

**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

João Pedro Martins da Cruz

**CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E SUSCETIBILIDADE À EROSÃO E
MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM (MG)**

Belo Horizonte

2025

João Pedro Martins da Cruz

**CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E SUSCETIBILIDADE À EROSÃO E
MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM (MG)**

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

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Valéria de Oliveira

Belo Horizonte

2025

C957c
2025

Cruz, João Pedro Martins da.

Caracterização dos solos e suscetibilidade à erosão e movimentos de massa no município de Contagem (MG) [manuscrito] / João Pedro Martins da Cruz. – 2025.

75 f., enc. il. (principalmente color.)

Orientadora: Cristiane Valéria de Oliveira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, 2025.

Bibliografia: f. 62-69.

Inclui apêndices.

1. Solos – Erosão – Teses. 2. Solo – Uso – Teses. 3. Solos – Classificação – Teses. 4. Cobertura dos solos – Contagem (MG) – Teses. 5. Crescimento urbano – Teses. I. Oliveira, Cristiane Valéria de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 631.459(815.1)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

"CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E SUSCETIBILIDADE À EROSÃO E MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CONTAGEM (MG)"

JOÃO PEDRO MARTINS DA CRUZ

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, no dia 09 de setembro de 2025, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

Cristiane Valéria de Oliveira

IGC/UFMG

Maria Giovana Parizi

IGC/UFMG

Malena Silva Nunes

CEFET/MG

Fábio Soares de Oliveira

IGC/UFMG

Belo Horizonte, 09 de setembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Cristiane Valéria de Oliveira, Professora do Magistério Superior**, em 10/09/2025, às 09:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Malena Silva Nunes, Usuário Externo**, em 10/09/2025, às 09:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Soares de Oliveira, Professor(a)**, em 10/09/2025, às 12:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Giovana Parizi, Professora do Magistério Superior**, em 10/09/2025, às 20:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4489043** e o código CRC **F52CAA7E**.

Para minha avó, Mária Célia, que abriu mão
do mundo para que os seus pudessem conhecê-
lo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço meu tio Marlon, por ser meu maior incentivador desde que eu era uma criança. Tio, sem seu apoio emocional e financeiro eu não chegaria até aqui.

Agradeço a minha avó Mária Célia, por todo seu carinho, preocupação e cuidado comigo e por ter enrolado em papel filme mais de 20 cápsulas para que eu pudesse fazer uma das minhas análises de laboratório.

Agradeço a minha irmã, Ana Flávia, por me escutar e entender que algumas vezes não poderia vir para BH para que eu pudesse estudar no final de semana.

Agradeço minha parceira e vizinha, Tia Lúcia, por dividir a guarda do Nickinho comigo e pelo carinho em perguntar: “Vi sua luz acesa até muito tarde essa noite, está tudo bem?” “Vou ao supermercado, quer que eu traga algo para você?”

Agradeço a minha mãe, Maria Inês, pela ajuda em pipetar argila em pleno feriadão. E a meu avô, Moacir, por sempre me incentivar a trabalhar e estudar.

Agradeço a minha afilhada, Ana Júlia, por ser a pessoa que me motiva a ser uma pessoa melhor, por entender minha ausência, nas semanas que eu precisava estudar muito e por sempre se empolgar com cada parte: fotos de campo, vídeos do laboratório...

Agradeço ao meu amigo Guilherme de Paula por tudo: passar um dia inteiro no laboratório comigo, no calor, em pé, me ajudando no ensaio de estabilidade de agregados; pela ajuda, desde a graduação, na produção dos materiais cartográficos; pelo carinho que teve comigo quando minhas lâminas foram roubadas, indo na Savassi e me ajudando a procurar.

Agradeço ao meu amigo Ivan Lobo pelo apoio no ensaio de estabilidade de agregados e por todas as trocas, em conversas, que me ajudaram a prosseguir com minha escrita.

Agradeço a minha amiga, dama de passeio e Fátima da minha Sueli, Camila Martins, por ter me ajudado na conferência dos meus documentos quando submeti a tentativa ao mestrado e por todos os rolês e conversas.

Agradeço a minha amiga Laura Alvarez, por ter sonhado o mestrado junto comigo, pelas trocas e por ter me ensinado a usar o Mendeley.

Agradeço a minha prima Luana, e sua família, bom demais poder contar com você, para risadas, aconchego e, principalmente, lazer que me proporciona desde a primeira vez que fui para casa de vocês.

Agradeço também as amizades: Lays e Iara, por serem meus pilares; Andreia, por ser minha companhia de rolês noturnos; Luiza, pela ajuda quando minhas lâminas foram roubadas; Bernardo, Vitória, Larissa e Júlia, por sempre serem torcida.

Agradeço a minha mentora e amiga, Malena Nunes, que me introduziu no universo das geociências em 2016 e nunca mais soltou a minha mão. Poder contar com você é muito importante.

Agradeço ao meu orientador da graduação, Frederico Lopes, por ter me incentivado a ir para o mestrado, pela amizade que fomos construindo, pelas trocas e risadas, e por ser meu pai acadêmico.

Agradeço as amizades que o trabalho me deu: Fê, por ter me ensinado a estruturar bem os relatórios que escrevemos juntos, o que facilitou muito a estruturação da minha dissertação; Millinda, por ser minha duplinha geocientista e rever comigo a parte de geologia do meu trabalho; Sarinha, minha amiga, supervisora e amiga mais uma vez, pelo incentivo, pela flexibilidade, pelas caronas, e principalmente pelos conselhos.

Agradeço as minhas fadas madrinhas da saúde mental, Rhúbia, pelo tratamento que se iniciou lá no início da minha graduação e me fez melhorar muito e Nathália por ter surgido no mestrado e me ajudado a melhorar ainda mais.

Agradeço a minha chefe, Amanda, por trazer de volta, como professor, para a Help. Obrigado por confiar no meu trabalho e entender minha disponibilidade.

Agradeço a minha orientadora, Cristiane Valéria, por todos os ensinamentos, por ser uma orientadora presente, por me ajudar a melhorar minha escrita, por entender minha menor disponibilidade de tempo em função do trabalho e, ainda assim, me incentivar a continuar trabalhando e por ter se tornado uma amiga. Não esquecerei o dia, em campo, que você disse: “João, pode me chamar de Cris, agora somos amigos”.

Agradeço a querida professora Gigi, por ter me incluído no PMRR, que foi a parte mais legal do mestrado, mesmo sabendo das minhas limitações de horário, por ter disponibilizado várias imagens e informações que contribuíram na dissertação, pela animação com as análises de solo...

Ao Fernando, técnico de laboratório, por ter me apoiado em todas as análises, ao professor Jarbas pelo empréstimo dos livros que me ajudaram a entender a análise micromorfológica das minhas lâminas, e ao professor Fábio por revisar as análises.

Por fim, agradeço a CAPES, a prefeitura de Contagem e a Fiotec, pela concessão da bolsa que contribuiu materialmente, para o desenvolvimento da pesquisa.

RESUMO

A ocupação urbana desordenada no Brasil, a partir da década de 1950, promoveu a construção de habitações e equipamentos urbanos em áreas sem a devida avaliação das características ambientais (geologia, clima, relevo, hidrografia e solos). Somada à remoção da vegetação, essa forma de ocupação favorece a instalação e intensificação de processos erosivos e movimentos de massa, como observado no município de Contagem – MG, localizado na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Este trabalho investigou as características morfológicas, químicas, biológicas, físicas e micromorfológicas de cinco perfis de solo situados no Morro dos Cabritos (2), Vila Feliz (2) e Vila Epa (1). Os procedimentos metodológicos adotados compreenderam levantamento bibliográfico, produção de materiais cartográficos, análises laboratoriais e trabalhos de campo. Os resultados indicam que os solos analisados pertencem às classes NITOSSOLOS VERMELHOS, NITOSSOLOS HÁPLICOS e CAMBISSOLOS HÁPLICOS, e que todos os perfis apresentam elevada suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos e movimentos de massa.

PALAVRAS-CHAVE: solos; processos erosivos; movimentos de massa; ocupação urbana.

ABSTRACT

The disordered urban occupation in Brazil, since the 1950s, has promoted the construction of housing and urban infrastructure in areas where the environmental characteristics (geology, climate, relief, hydrography, and soils) were not properly assessed. Combined with vegetation removal, this pattern of occupation favors the onset and intensification of erosive processes and mass movements, as observed in the municipality of Contagem, Minas Gerais, located in the Metropolitan Region of Belo Horizonte. This study investigated the morphological, chemical, biological, physical, and micromorphological characteristics of five soil profiles located in Morro dos Cabritos (2), Vila Feliz (2), and Vila Epa (1). The methodological procedures included a literature review, production of cartographic materials, laboratory analyses, and fieldwork. The results indicate that the analyzed soils belong to the classes Nitossolos Vermelhos, Nitossolos Háplicos, and Cambissolos Háplicos, and that all five profiles show high susceptibility to erosive processes and mass movements.

KEYWORDS: soils; erosive processes; mass movements; urban occupation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo em Contagem – Minas Gerais	29
Figura 2 - Climograma do município de Contagem – MG.	31
Figura 3 - Vegetação originária do município de Contagem – Minas Gerais.....	33
Figura 4 - Geologia do município de Contagem – Minas Gerais.....	34
Figura 5 - Área urbana e solos do município de Contagem – Minas Gerais, segundo Universidades Federais de Lavras (UFLA) e Viçosa (UFV), e pelas Fundações Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e Estadual do Meio Ambiente (FEAM)	36
Figura 6 - Erosão em ravinas no Morro dos Cabritos	37
Figura 7 - Destruição de muro e interdição parcial de via em consequência de movimento de massa do tipo rolamento de blocos no Morro dos Cabritos	37
Figura 8 - Área com predisposição a movimento de massa, queda e rolamento de blocos na Vila Epa.....	38
Figura 9 - Blocos na paisagem na Vila Epa.....	39
Figura 10 - Voçoroca na Vila Feliz.....	39
Figura 11 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados	40
Figura 12 - P1 - NITOSSOLO VERMELHO.....	45
Figura 13 - P2 - CAMBISSOLO HÁPLICO.....	45
Figura 14 - P3 - CAMBISSOLO HÁPLICO	46
Figura 15: P4 - NITOSSOLO HÁPLICO.....	45
Figura 16: P5 - CAMBISSOLO HÁPLICO.....	46
Figura 17 - Microfotografias dos NITOSSOLOS VERMELHO (I), em luz plana, e HÁPLICO (II), em luz polarizada.....	58
Figura 18 - Microfotografias dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS.	59
Figura 19 - Microfotografias dos NITOSSOLOS VERMELHO (I) e HÁPLICO (II e III).....	60
Figura 20 - Microfotografia dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados de pH em KCL, H ₂ O e Δ pH dos perfis analisados.....	48
Tabela 2 - Resultados de carbono orgânico dos perfis analisados.....	49
Tabela 3 – Composição Granulométrica, Classe Textural, Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Floculação (GF) dos perfis analisados.....	52
Tabela 4 – Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico (DMG), e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA)	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Elementos formativos e significados dos nomes das classes.	21
Quadro 2 - Relação entre a estrutura do solo, comportamento da água e resistência à processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.	26
Quadro 3 - Análises laboratoriais realizadas	42
Quadro 4 - Descrição morfológica dos solos analisados no município de Contagem - MG....	45
Quadro 5 - Síntese da descrição micromorfológica dos solos.....	56

LISTA DE SIGLAS

ADA: Argila Dispersa em Água

Bi: Horizonte B incipiente

Bt: Horizonte B textural

CETEC: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

CINCO: Centro Industrial de Cinco

CPMTC: Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa

CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CXbe9: CAMBISSOLOS HÁPLICOSS Tb Eutróficos

DMG: Diâmetro Médio Geométrico

DMP: Diâmetro Médio Ponderado

DRX: Difração de Raio X

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Agropecuária

FEAM: Fundação Estadual do Meio Ambiente

FIOCRUZ: da Fundação Oswaldo Cruz

GF: Grau de Flocculação

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE SISEMA: Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IEA: Índice de Estabilidade dos Agregados

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

IGC: Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais

IPT: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo

LVAd15: LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos

PCZ: Ponto de Carga Zero

pH: Potencial Hidrogeniônico

PMRR: Plano Municipal de Redução de Riscos

PVAd8: ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos

RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte

SGB: Serviço Geológico do Brasil

SIBCS: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SISEMA: Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SNP: Secretaria Nacional de Periferias Urbanas

TFSA: Terra Fina Seca ao Ar

UFLA: Universidade Federal de Lavras

UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais

UFV: Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1 Solos: Definições e Classes.....	20
2.2 Processos Erosivos	22
2.3 Movimentos de Massa.....	23
2.4 Solos em áreas urbanas	24
2.5 Características morfológicas, físicas e químicas dos solos que favorecem ou dificultam a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.....	25
2.5.1 Características morfológicas e físicas	25
2.5.2 Características químicas	27
2.5.3 Características micromorfológicas	28
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	29
3.1 Clima e Hidrografia.....	31
3.2 Vegetação	33
3.3 Geologia e Geomorfologia	34
3.4 Pedologia.....	36
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
4.1 Levantamento Bibliográfico.....	40
4.2 Campo de Prospecção	41
4.3 Produção de materiais cartográficos	41
4.4 Trabalho de Campo – Descrição morfológica e coleta de amostras dos perfis de solos	41
4.5 Análises Laboratoriais	42
4.6 Etapa de Escritório - Discussão dos resultados	43
5 RESULTADOS e DISCUSSÕES.....	44
5.1 Descrição Morfológica.....	44
5.2 Resultados das Análises Químicas	48
5.2.1 pH do solo	48
5.2.2 Carbono Orgânico	49
5.3 Resultados das Análises Físicas	50
5.3.1 Granulometria – Textura do solo, Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Flocculação (GF)	50
5.3.2 Estabilidade de Agregados – Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA).....	54
5.4 Resultados das Análises Micromorfológicas.....	55

5.5 Análise integrada	61
6 CONSIDERAÇÕES.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
APÊNDICE A – Ficha de Descrição de Solos.....	72
APÊNDICE B – Descrição dos Perfis	73

1 INTRODUÇÃO

A expansão urbana brasileira, consolidada a partir de 1950, decorrente do processo de industrialização do território nacional, promoveu a ocupação de centros urbanos, em sua maioria, de forma não planejada. Nunes (2015) destaca que a:

expansão dos centros urbanos, determinada pela demanda de áreas e pelas restrições políticas que direcionam o uso da terra, está fortemente associada à vulnerabilidade da população, pois em muitos casos esse avanço se dá em direção a ambientes frágeis, como florestas, encostas e mananciais (NUNES, 2015, p.15).

A ocupação desordenada promoveu a construção de habitações e equipamentos urbanos em áreas nas quais não se avaliou as características ambientais do meio (geologia, clima, relevo, hidrografia, solos). Somada à remoção de vegetal, essa ocupação propicia a instalação e intensificação de processos erosivos e de movimentos de massa.

Os processos erosivos são caracterizados pela remoção, transporte e deposição de sedimentos ao longo do tempo, não sendo necessariamente um processo de alta velocidade (BIGARELLA, 2003). Já os movimentos de massa, como os escorregamentos, são processos que implicam no deslocamento de um elevado volume de solo que é transportado em uma elevada velocidade (LISTO *et al.*, 2023). A existência destes processos nas áreas urbanas acarreta perdas materiais e imateriais, já que também pode levar a perda de vidas. Desta forma, torna-se importante identificar as áreas em que eles têm maior propensão para ocorrer visando a implantação de medidas de controle, inclusive com remoção de pessoas em possível situação de risco, caso necessário.

O município de Contagem, situado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), capital do estado de Minas Gerais, é um exemplo de expansão desordenada em que a ocupação urbana favorece a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa. Esse município, inicialmente, foi um posto de fiscalização de entrada e saída de mercadorias de Minas Gerais, e após 1940, experienciou um grande crescimento populacional e econômico, em decorrência da instalação da Cidade Industrial “Juventino Dias”, incrementado em 1970, com a criação do Centro Industrial de Cinco – CINCO. Tal incremento populacional, motivado pela industrialização do município, levou a um aumento da ocupação do território sem que houvesse planejamento prévio, favorecendo a existência de perdas materiais, imateriais e de vida, decorrentes de processos erosivos e movimentos de massa (CONTAGEM, 2009; ANDRADE JÚNIOR, 2010)

A fim de diminuir as perdas materiais, imateriais e de vida, o município de Contagem elaborou, em conjunto com a empresa URBE, em 2007, o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) de Contagem. Neste foram mapeados e diagnosticados os locais sujeitos a risco geológico e as áreas inundáveis presentes no município, e foram propostas intervenções para minimizar e erradicar estes riscos. Esse plano foi atualizado em 2017, sendo elaborado juntamente com a Fundação Israel Pinheiro, visando aperfeiçoar o proposto em 2007 (CONTAGEM, 2007 e 2017).

Em relação aos solos, o PMRR demonstra que a maior parte dos processos geodinâmicos do município está associada a escorregamentos rasos de solo residual (autóctone) de gnaiss, principalmente nas regionais Eldorado e Centro/Sede; e processos erosivos condicionados pela moderada a elevada erodibilidade dos solos, intensificados pela concentração de chuvas (agravada pela impermeabilização do solo), remoção de cobertura vegetal dos terrenos e lançamento inadequado das redes e sistemas de drenagem existentes (CONTAGEM, 2007 e 2017).

Atualmente, o PMRR, está passando por uma atualização, sendo elaborado com base no Guia para Elaboração de Planos Municipais de Redução dos Riscos desenvolvido pela Secretaria Nacional de Periferias Urbanas (SNP) do Ministério das Cidades. Esta atualização está ocorrendo por meio de parceria da SNP, da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) e da Universidade Federal de Minas Gerais.

Sendo assim, este estudo objetivou elaborar diagnósticos referente aos solos presentes em áreas inseridas na Zona de Interesse Social I de Contagem, conforme o Plano Diretor do município, publicado em setembro de 2023, de modo a subsidiar a atualização do Plano Municipal de Redução de Riscos. Para atendimento deste objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram contemplados:

- Descrição dos solos das áreas quanto às características morfológicas, físicas, químicas, biológicas e micromorfológicas;
- Avaliação das características, individualmente, e inferência sobre como estas atuam na suscetibilidade à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa;
- Integração as análises das características e diagnóstico de como os solos das áreas analisadas são suscetíveis à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Solos: Definições e Classes

Os solos possuem diferentes definições e enfoques condicionados pela área em que está sendo estudado. Para a Mecânica dos Solos, área que de acordo com Lespch (2011, p.30), “estuda o comportamento dos materiais que podem ser escavados [...]”, o solo, segundo a ABNT NBR 6502/1995 (1995, p. 17) é o “material proveniente da decomposição das rochas pela ação de agentes físicos ou químicos, podendo ou não conter matéria orgânica”.

Já para a Edafologia, que segundo Lespch (2011, p.30), é “a ciência que trata da influência dos solos em seres vivos, particularmente plantas, incluindo o uso da terra pelo homem para cultivar a terra”, o solo é analisado em sua associação com o crescimento e produção vegetal, buscando o entendimento da relação solo-planta. Para a Pedologia, definida por Pereira *et al.* (2019, p.2) como a “a ciência da gênese, morfologia e classificação dos solos que busca compreender a interação entre os fatores e processos de formação do solo e sua influência nos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos do solo, além da sua classificação taxonômica”, o solo é considerado segundo a Embrapa (2018, p.27) como:

uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas.

No Brasil, os solos são classificados, predominantemente, através do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS), elaborado por vários pesquisadores da Ciência do Solo, Pedologia, associados com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Esta classificação é construída com similaridades entre os sistemas do mundo todo, apesar de possuir particularidades referentes ao território brasileiro, de modo a tornar universal a comunicação e disseminação de informações referentes ao solo (BRADY e WEIL, 2013).

A classificação brasileira feita pelo SIBCS considera seis níveis categóricos sendo eles: ordens, subordens, grandes grupos, subgrupos, famílias e séries. Cada um deles agrega um nome ao solo, baseado em características levantadas, permitindo uma classificação com maior precisão, a exceção do sexto nível categórico que ainda se encontram em discussão e, por isso, não possuem terminologia (SANTOS *et al*, 2025).

É importante destacar que o primeiro nível do SIBCS, ordem, especifica treze classes de solos (**Quadro 1**), de acordo com os elementos formativos, que são levantados em campo e através de análises laboratoriais que identificam os horizontes diagnósticos superficiais (que podem ser sete) e os subsuperficiais (que podem ser dezessete). Alguns destes horizontes são responsáveis pela nomenclatura da respectiva classe do solo. A classificação dos solos também permite o levantamento das potencialidades e limitações, bem como as distintas formas de manejo que cada uma das classes possui, possibilitando a adoção de atividades e medidas que degradarão menos os solos.

Quadro 1 - Elementos formativos e significados dos nomes das classes.

Classes	Elementos formativos	Termos de conotação e de memorização
ARGISSOLO	ARGI	Do latim <i>argilla</i> , “argila”; conotativo de solos com processo de acumulação de argila.
CAMBISSOLO	CAMBI	Do latim <i>cambiare</i> , “trocar”, “mudar”; conotativo de solos em formação (transformação). Horizonte B incipiente.
CHERNOSSOLO	CHERNO	Do russo <i>cherniy</i> , “preto”; conotativo de solos ricos em matéria orgânica, com coloração escura.
ESPODOSSOLO	ESPODO	Do grego <i>spodos</i> , “cinza vegetal”; conotativo de solos com horizonte de acumulação iluvial de matéria orgânica associada à presença de alumínio. Horizonte B espódico.
GLEISSOLO	GLEI	Do russo <i>gley</i> , “massa do solo pastosa”; conotativo de excesso de água. Horizonte glei.
LATOSSOLO	LATO	Do latim <i>lat</i> , “tijolo”; conotativo de solos muito intemperizados. Horizonte B latossólico.
LUVISSOLO	LUVI	Do latim <i>luere</i> , “lavar”; conotativo de translocação de argila. Horizonte B textural com alta saturação por bases e Ta.
NEOSSOLO	NEO	Do grego <i>neo</i> , “novo”; conotativo de solos com pouco desenvolvimento pedogenético.
NITOSSOLO	NITO	Do latim <i>nitidus</i> , “brilhante”; conotativo de superfícies brilhantes nas unidades estruturais. Horizonte B nítico.
ORGANOSSOLO	ORGANO	Do latim <i>organicus</i> , “pertinente ou próprio dos compostos de carbono”; conotativo de solos com maior expressão da constituição orgânica. Horizonte H ou O.
PLANOSSOLO	PLANO	Do latim <i>planus</i> , “plano”; conotativo de solos desenvolvidos em planícies ou depressões com encharcamento estacional. Horizonte B plânico.
PLINTOSSOLO	PLINTO	Do grego <i>plinthos</i> , “ladrilho”; conotativo de materiais argilosos coloridos que endurecem quando expostos ao ar. Horizonte plíntico.
VERTISSOLO	VERTI	Do latim <i>vertere</i> , “virar”, “inverter”; conotativo de movimento de material de solo na superfície e que atinge a subsuperfície (expansão/contração). Horizonte vértico.

Fonte: SANTOS *et al*, 2025.

No município de Contagem, localizado em Minas Gerais, de acordo com levantamento feito em conjunto pelas Universidades Federais de Lavras (UFLA) e Viçosa (UFV) e pelas Fundações Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em 2010, que produziu um mapa na escala de 1:650.000, têm-se como

classes de solos predominantes: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (PVAd8), CAMBISSOLO HÁPLICOS (CXbe9) e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (LVAd15).

O ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO é um solo, com média Pedogênese, formado através do processo de acumulação de argila no horizonte subsuperficial B (argiluviação), que recebe a denominação de B textural, e possui a coloração vermelho-amarelo em função da coloração intermediária entre o vermelho e amarelo (variação do matiz). O CAMBISSOLO HÁPLICO, por sua vez, possui baixo desenvolvimento e estruturação, sendo constituído pelo horizonte B incipiente, e não possui especificidades em relação ao 2º nível categórico. Enquanto o LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, é um solo com elevado grau de Pedogênese, gerado através do processo de intemperização intensa de minerais primários e secundários (latossolização), com a presença do horizonte B latossólico, e enquadra-se na cor vermelho-amarela devido a variação do matiz entre o vermelho e amarelo (Shinzato, Carvalho Filho e Teixeira, 2008; SIBCS, 2025).

2.2 Processos Erosivos

Os processos erosivos são de ocorrência natural ao longo de toda a superfície terrestre e consistem no desgaste, transporte e deposição de sedimentos, podendo ser realizados por distintos agentes como: gelo, ar, chuva, entre outros (BIGARELLA, J, 2003). Em países tropicais, a precipitação é a principal responsável por ocasionar tais processos, sendo denominados de erosão hídrica (LEPSCH, 2011).

A erosão de origem hídrica, pode ser dividida em quatro tipologias predominantes: laminar, sulcos, ravinas e voçorocas. A laminar refere-se à perda de solo de maneira mais uniforme que as demais, sendo perdida uma “lâmina” do solo, comumente observada pela exposição de raízes de vegetais. A erosão em sulcos é ocasionada em decorrência da concentração de escoamento superficial/enxurrada em áreas dos solos, gerando irregularidades/fendas. As ravinas, possuem o mesmo processo de formação dos sulcos, porém apresentam maior representatividade e profundidade nos solos, podendo ocupar uma encosta completa. As voçorocas, por sua vez, consistem no maior grau de erosão de um solo, no qual há uma perda acentuada de material, provocado pelo aprofundamento da erosão, que gera grandes fissuras na superfície terrestre, afetando tanto os horizontes superficiais de um solo, quanto os subsuperficiais. Neste tipo de processo erosivo, em alguns casos, há um grande aprofundamento da erosão e uma exposição do lençol freático, que contribui para a continuidade de evolução de tal processo. Destaca-se que os processos erosivos ocasionados

pela ação da água, são condicionados pelos fatores erosividade, erodibilidade, comprimento da encosta, gradiente ou inclinação da encosta, cobertura e manejo de solo e práticas conservacionistas (GUERRA e CUNHA, 1995; LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013 SALOMÃO, 2020; GUERRA e MENDONÇA, 2020).

A erosão gera diversos efeitos negativos para o solo, como: perda de nutrientes, fragilização da estrutura, diminuição da infiltração devido à redução da porosidade, e o consequente aumento do escoamento superficial, entre outros. Estes efeitos, em áreas rurais e de atividades agrícolas, favorecem a redução da produção agrícola e consequentemente, reduz a receita esperada, além de ocasionar o assoreamento de cursos d'água; nas áreas urbanas, contribuem para a abertura de crateras em vias de locomoção, assoreamento de cursos d'água que já são bastante fragilizados, instalação de trincas em muros e paredes de residências, enfraquecimento das fundações de habitações, entre outros (BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014; MAFRA, 2020).

Em alguns casos, os processos erosivos podem ser tão intensos que levam a perdas materiais, como a perda de partes de vias de locomoção e a interdição/queda de residências, bem como, podem ocasionar perdas humanas, em casos em que as pessoas estão se deslocando e/ou estacionados em locais em que ocorrem esses processos e quando os residentes estão na habitação no momento de queda da mesma (BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014; PITTELKOW *et al.*, 2015).

2.3 Movimentos de Massa

Os movimentos de massa são processos descendentes de solos, rochas, detritos, resíduos ao longo de uma encosta/vertente, pela atuação da força gravitacional (PROJETO GIDES, 2018; AMARAL e FEIJÓ, 2020). Estes movimentos, conforme o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), 2016, “são classificados em quatro tipos principais: Quedas/Tombamentos/Rolamentos; Deslizamentos/Escurregamentos; Fluxo de Detritos e lama; e Subsidência e Colapsos.

A existência desses processos é de origem natural, sendo condicionada pelo relevo, pela forma das encostas, amplitude da rampa, declividade, litologia, densidade de lineamentos/estruturas, características dos solos (grau de evolução, material de origem, profundidade), presença de vegetação, uso e cobertura do solo e intempéries climáticas (com destaque para as precipitações de alta intensidade e baixa duração e também, as de baixa intensidade e alta duração) (CPRM – SGB, 2014; CARMO *et al.*, 2016).

A ação humana pode acelerar a ocorrência de tais processos através de atividades como: remoção de vegetação, aumento da declividade de uma encosta, estabelecimento de construções em áreas que encontrem lineamentos/estruturas de falhas geológicas, entre outros, comumente observadas nos centros urbanos. Cabe destacar que em casos extremos tais ações podem, inclusive, ser responsáveis por esses movimentos, como observado nos rompimentos das Barragens nos municípios de Mariana e Brumadinho, em Minas Gerais, nos anos de 2015 e 2019, respectivamente.

A ocorrência de movimentos de massa gera diversas perdas materiais e imateriais a depender da localização destes processos. Em áreas urbanas, esses tendem a destruir edificações, deixando pessoas desabrigadas, por exemplo. Em alguns casos, também existem óbitos. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo – IPT, publicou em 2022 um levantamento dos deslizamentos ocorridos no período de 1988 a junho de 2022, sendo 959 eventos, em 269 municípios, situados em 16 estados brasileiros, e com o quantitativo de 4.146 óbitos. Dentre os estados analisados, observa-se que Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais concentram os maiores quantitativos, sendo de 2.143, 567 e 389, respectivamente.

2.4 Solos em áreas urbanas

A ocupação urbana brasileira foi predominantemente realizada sem que houvesse um planejamento que avaliasse a capacidade de suporte do ambiente para alocação de infraestruturas como rodovias, ruas, residências. Desta forma, várias localidades ocupadas que concentram características naturais que favorecem os processos erosivos e de movimentos de massa dos solos, recebem construções muitas vezes inadequadas. Essas, impermeabilizam os solos, concentram o fluxo de água devido ao aumento do escoamento superficial e ainda lançam, de maneira inadequada, as drenagens pluviais e de esgotamento sanitário (AMARAL e FEIJÓ, 2020; GUERRA e MENDONÇA, 2020).

As áreas urbanas no Brasil concentram o maior contingente de solos recobertos por algum tipo de pavimento, sejam eles de composição asfáltica ou de concreto. O solo coberto perde o contato direto com o ambiente por estar impermeabilizado, alterando sua capacidade de infiltração, que é reduzida, e aumentando e concentrando o escoamento da água. Além disso, a disposição inadequada de efluentes sanitários promove, em muitas localidades, a exposição contínua do solo a um efluente líquido, que o fragiliza. Essas atividades humanas afetam diretamente o comportamento natural destes corpos, deixando-os mais frágeis e com maior

suscetibilidade à instalação de processos erosivos, bem como favorecendo a ocorrência de movimentos de massa (GUERRA e MENDONÇA, 2020; SANTOS e SILVA, 2020).

Devido à ausência e ineficiência do planejamento urbano para construção das várias cidades brasileiras, medidas nas escalas federais, estaduais e municipais são tomadas de maneira corretiva, objetivando reduzir os problemas já instalados. Como estas medidas, observa-se atualizações dos Planos Diretores dos municípios e de suas Leis de Uso e Ocupação do Solo, que incluem ações para uso mais racional dos recursos ambientais, bem como a preservação dos mesmos; realização de monitoramentos de localidades mais suscetíveis aos movimentos de massa em escala federal, pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, e na escala municipal, pelas Defesas Civas; realização de obras de infraestrutura, em todos os níveis, como: melhoria da drenagem urbana, implementações de medidas de contenção (muro de gabiões, muro de arrimo), adequação dos terrenos para o recebimento de moradias, entre outros.

Neste contexto, têm sido desenvolvidos no Brasil, por intermédio do governo federal, via Ministério das Cidades, em conjunto com municípios, a elaboração e atualização dos Planos Municipais de Redução dos Riscos (PMRR), que possuem como objetivo condutor o mapeamento de áreas riscos, que também envolvem movimentos de massa e processos erosivos, e a proposição e execução de obras que as previnam ou corrijam, garantindo uma maior qualidade de vida para as populações assentadas nestas localidades.

2.5 Características morfológicas, físicas e químicas dos solos que favorecem ou dificultam a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa

A deflagração de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa estão vinculadas aos componentes do meio físico (clima, relevo, cobertura vegetal, solo). Em relação aos solos, tais processos são diretamente influenciados pelas características morfológicas, físicas, químicas e micromorfológicas, que serão destrinchadas a seguir:

2.5.1 Características morfológicas e físicas

A textura/granulometria pode ser definida como a distribuição relativa das frações minerais do solo em classes de tamanho, a saber: areia, silte e argila. Solos com maior quantitativo de areia apresentam elevados valores de infiltração, mas baixa coesão entre os agregados, possuindo grande suscetibilidade ao arraste pelo escoamento superficial, tendendo a ser facilmente erodidos e com alta suscetibilidade a ocorrência de movimentos de massa. Solos com grandes valores de silte, são os mais suscetíveis a ocorrência dos processos

mencionados, visto que a fração silte não apresenta cargas, possui baixa coesão e é leve, sendo facilmente transportada. Enquanto solos que são predominantemente argilosos, possuem mais cargas entre os agregados, gerando maior coesão entre eles e dificultando a atuação dos agentes da erosão, sendo então os solos de menor suscetibilidade erosiva e de movimentos de massa. (RAMIDAN 2003; SARTORI e GENOVEZ, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012; BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014).

Além da granulometria, a estrutura, característica morfológica que é definida como a forma com que as partículas minerais e orgânicas dos solos se organizam formando agregados, também influencia o comportamento da água no solo, controlando as taxas de infiltração e escoamento superficial, dificultando ou facilitando a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massas. Cada tipo de estrutura, laminar, prismática, colunar, blocos angulares, blocos subangulares e granular; ou a ausência da mesma (maciça ou grãos simples), influenciará de forma distinta os processos citados (

Quadro 2):

Quadro 2 - Relação entre a estrutura do solo, comportamento da água e resistência à processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

Estrutura	Comportamento da água em relação a infiltração e escoamento superficial	Resistência à processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa
Maciça e Laminar	Baixa infiltração e elevado escoamento superficial	Baixa resistência
Prismática e Colunar	Infiltração e escoamento superficial moderados	Média resistência
Blocos angulares e subangulares	Infiltração moderada a alta, e escoamento superficial moderado a baixo	Média a alta resistência
Granular	Infiltração elevada e escoamento superficial baixo	Alta resistência

Fonte: Adaptado de LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013.

É importante destacar que quanto maior o escoamento superficial, maior a tendência de instalação de processos erosivos, tendo em vista que a água na superfície favorece a erosão hídrica. Logo, quanto maior a taxa de infiltração, menor tal tendência. Ressalta-se que, em caso de precipitações contínuas os solos podem ficar saturados, não possibilitando mais a entrada de água, acarretando o escoamento superficial e os movimentos de massa, como

observados em Petrópolis em 2022 (AMARAL e FEIJÓ, 2020; BLAUDT, ALVARENGA e GARIN, 2022).

Ainda em relação à estrutura, é válido discutir que as atividades humanas conseguem alterá-la, principalmente por meio da compactação do solo, dificultando, e em alguns casos tornando até impenetrável, a entrada de água. Em áreas urbanas, como as estudadas no presente trabalho, a compactação pode ser proveniente da construção de edificações bem como pelo tráfego de animais equinos e bovinos, e de veículos automobilísticos (MANTOVANI, 1987; MAZURANA *et al*, 2011, SANTOS *et al*, 2025).

A Argila Dispersa em Água (ADA) refere-se ao quantitativo de argila que se dispersa, sem que haja a formação de agregados, de maneira espontânea em água, avaliando o potencial de mobilidade no solo. Quanto maior o valor encontrado para ADA, maior a tendência de instalação de processos erosivos e da ocorrência de movimentos de massa. Em contrapartida, o Grau de Floculação (GF) diz respeito a quantidade de argila que tende a formar agregados nos solos, ou seja, a que não se dispersa espontaneamente na água e possui menor mobilidade. Logo, solos com maior GF tendem a ser mais resistentes a processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa (BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014; MOTA, ALENCAR e ASSIS JÚNIOR, 2015, CASSOL *et al.*, 2023; SABINO *et al.*, 2023).

A análise da agregação do solo e estabilidade de agregados é dada pelos resultados do Diâmetro Médio Geométrico (DMG), que apresenta de maneira estimada o tamanho dos agregados de maior ocorrência; Diâmetro Médio Ponderado (DMP), que demonstra a quantidade de agregados de grandes tamanhos e o Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA) que revela o estado de agregação do solo. A análise conjunta destes resultados promove um melhor entendimento da agregação do solo. Quanto maior o tamanho dos agregados, maior tende a ser a estabilidade dos solos, tendo em vista que partículas maiores tem menores áreas de contato expostas às intempéries climáticas (chuva, vento). Desta forma, um grande quantitativo de agregados de maior tamanho, conferem ao solo uma maior resistência aos processos erosivos e movimentos de massa (OLIVEIRA *et al.*, 2012; SILVA, 2020; SOUZA, *et al*, 2021; MARCATTO, SILVEIRA e FONTANA, 2021; GONZALEZ *et al*, 2022).

2.5.2 Características químicas

O Δ pH do solo, medido pela diferença de pH obtida em KCl (cloreto de potássio) e H₂O (água), possibilita o entendimento da capacidade de retenção de cátions, além de também ser um indicativo do grau de evolução do solo. O Δ pH pode apresentar três resultados: Positivo,

apresentando baixa capacidade de reter cátions, e tendendo a ser mais evoluído; Nulo, significando que o solo está em seu Ponto de Carga Zero (PCZ) e; Negativo, no qual existe elevada capacidade de reter cátions, com tendência a ser menos evoluído. Solos menos evoluídos, como os CAMBISSOLOS tendem a possuir características (como a estrutura, discutida acima) que favorecem a ocorrência do escoamento superficial, por consequência, processos erosivos e de movimentos de massa (LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013).

A presença de carbono orgânico/matéria orgânica possibilita a geração de cargas elétricas nos solos, ânions, que atraem os cátions e favorecem a agregação do solo. Além disso, a matéria orgânica exerce o efeito quelante, ligação com íons metálicos (Ca^{2+} , Mg^{2+}), que também auxilia na agregação do solo, além de aumentar a infiltração e retenção de água e diminuir a ocorrência de escoamento superficial (LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013; MARCATTO, SILVEIRA e FONTANA, 2021; NOVONTNY, CANELLAS e COLNAGO, 2022; SILVA *et al*, 2023).

A presença de matéria orgânica no solo é avaliada e quantificada através da análise de carbono orgânico. O quantitativo de carbono varia ao longo dos horizontes do solo, sendo, predominantemente, maior no horizonte A (superficial) e menor nos horizontes B e C (subsuperficiais). Esta variação decorre do processo formativo destes horizontes, o Horizonte A, por ocorrer na superfície do solo, local onde se desenvolve a vegetação, é caracterizado pela presença de matéria orgânica, o que justifica os maiores valores de carbono.

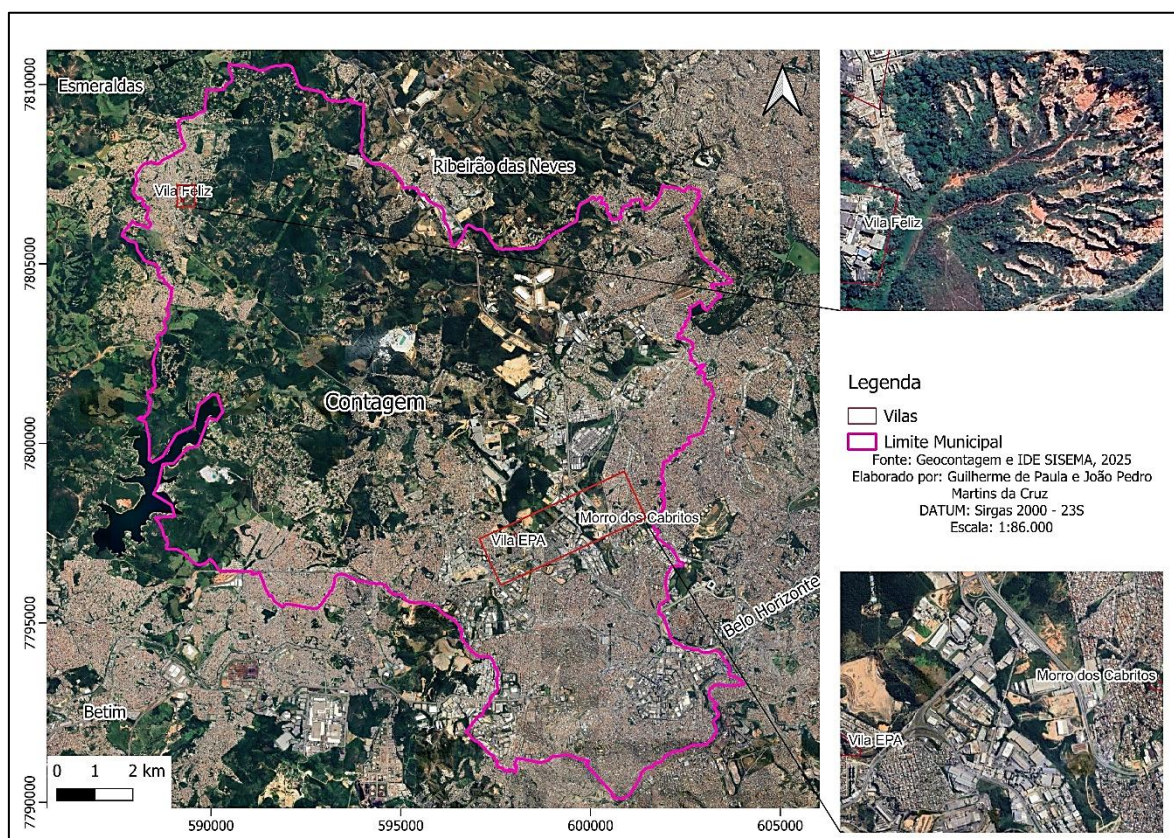
2.5.3 Características micromorfológicas

A análise da micromorfologia do solo também pode ser um indicativo da facilidade/dificuldade da instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa. Trabalhos realizados indicam que a presença de estruturas porfíricas, adensamento de microagregados, poros arredondados, fissuras e compactação, podem estar associadas a solos com maior suscetibilidade a processos erosivos (COOPER e MOMOLI, 2016; MELO, SILVA e CORRÊA, 2016; CASTRO e COOPER, 2019, SANTOS e SILVA, 2020).

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O estudo foi realizado em áreas inseridas na Zona de Interesse Social I do município de Contagem – Minas Gerais, conforme o Plano Diretor do município, publicado em setembro de 2023, especificamente nas Vilas Epa e Feliz e no Morro dos Cabritos (**Figura 1**). Estas localidades correspondem as áreas periféricas do município, onde o crescimento urbano tende a ser mais desordenado que nas demais localidades.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo em Contagem – Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Contagem está localizado na RMBH e possui, em sua maioria, limites com o município de Belo Horizonte definidos apenas por demarcações administrativas, e não por barreiras físicas, devido ao processo de conurbação entre as áreas urbanas. Segundo o IBGE (2010), 13.029 pessoas habitavam áreas de riscos a enxurradas, inundações e deslizamentos de terra, sendo o 8º município com maior quantitativo de pessoas, dentre os que compõem a região geográfica imediata, o que evidencia a necessidade de monitoramento constante de riscos.

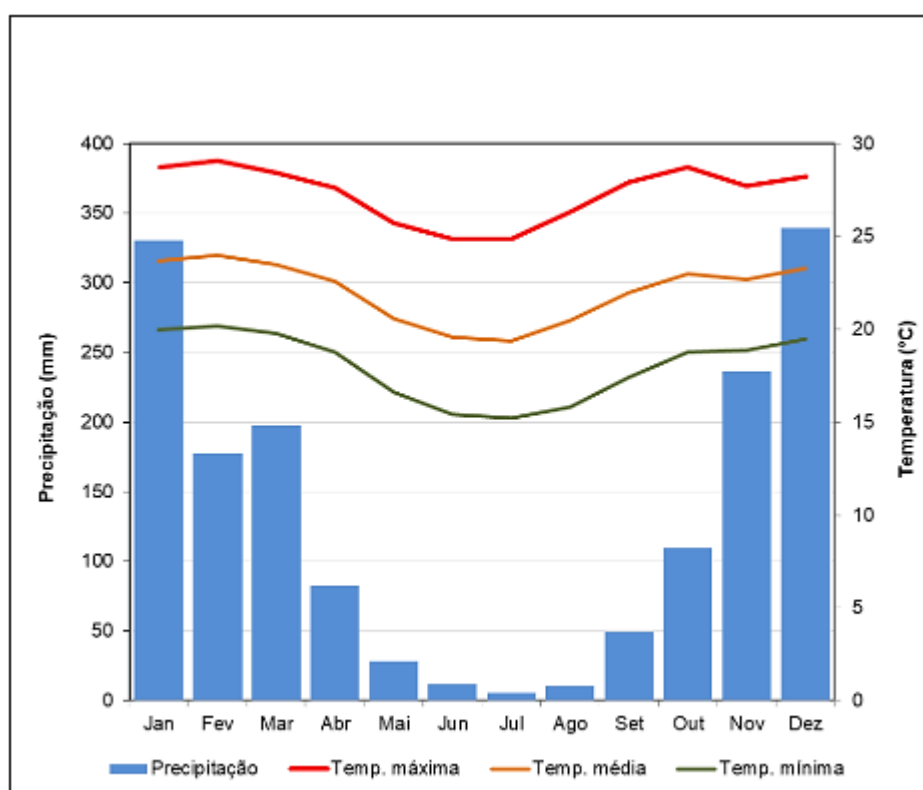
No município, estes riscos são monitorados pela Defesa Civil que compõe a Secretaria Municipal de Defesa Social. Tal monitoramento consiste na emissão de alertas em

caso de possibilidades de chuvas de granizo, inundações, deslizamento de terra, entre outros; na conscientização da população para tomada de ações seguras frente aos riscos; na atualização do mapeamento dos riscos hidrológicos e geológicos; na realização de medidas pontuais, preventivas e corretivas para os riscos, como: doação e instalação de lonas e arames para contenção de deslizamentos e inundações, entre outros (CONTAGEM, 2021 e 2025).

3.1 Clima e Hidrografia

Segundo a classificação proposta por Koppen, o município possui dois tipos climáticos, sendo em quase toda sua extensão o clima Cwb (Clima mesotérmico com verões brandos e chuvosos), exceto em áreas pontuais ao nordeste, que possui o clima Cwa (Clima mesotérmico com verões quentes e chuvosos). Nas áreas analisadas, há somente o clima Cwb, caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: a seca que compreende ao período de abril a setembro, possuindo os menores valores de temperatura e de pluviosidade; e a chuvosa, situada no período de outubro a março, indicando maiores valores de temperatura e pluviosidade (BARBOSA, 2022) (**Figura 2**).

Figura 2 - Climograma do município de Contagem – MG.



Fonte: BARBOSA, 2022 (Elaborado a partir das normais climatológicas do período 1991-2020 (INMET, 2022))

As descargas atmosféricas líquidas que ocorrem durante o período chuvoso variam quanto à duração e à intensidade, afetando as áreas analisadas de distintas formas. As chuvas de menor duração, durante algumas horas, e maior intensidade, tendem a ocasionar inundações em diversas áreas e acelerar os processos erosivos, devido à ação do efeito *splash*; as chuvas de maior duração, durante vários dias, e menor intensidade, contribuem para a saturação dos solos, favorecendo a ocorrência de movimentos de massa.

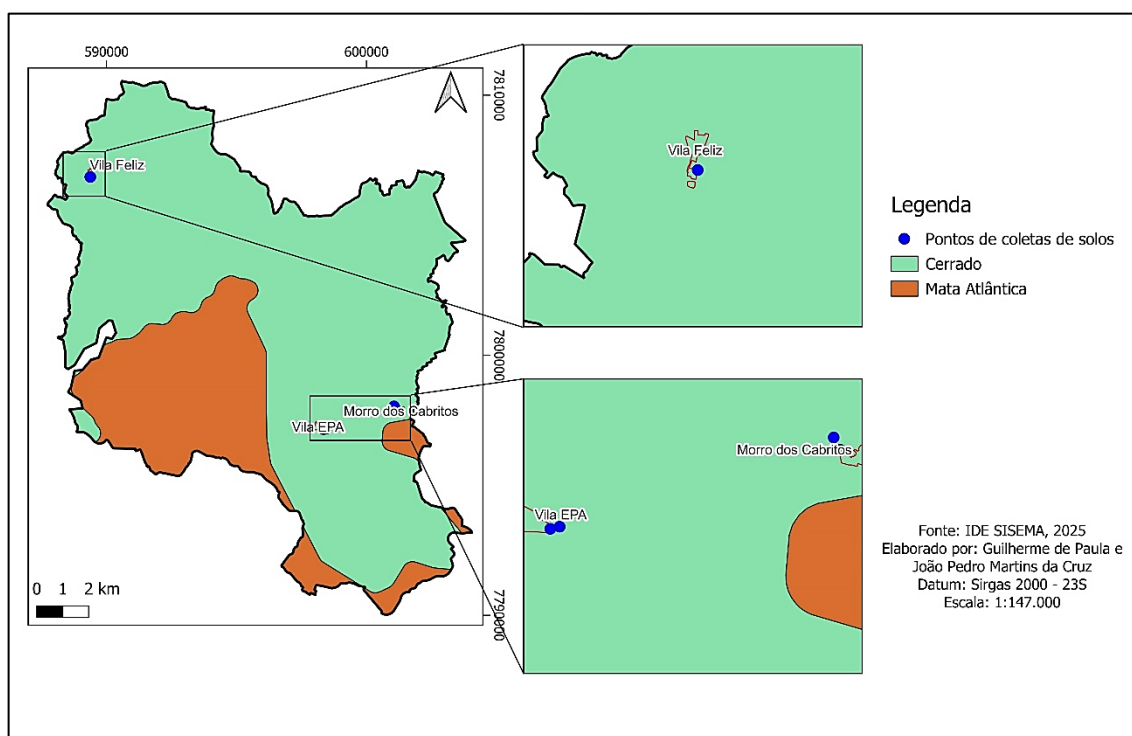
O município de Contagem possui a hidrografia composta por uma rede de drenagem formada por dois rios principais, Paraopeba e das Velhas, que pertencem à bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Há presença de quatro microbacias hidrográficas: Vargem das Flores, que ocupa 55,4% do território; Pampulha, ocupando 26,9%; Arrudas, situando-se em 14,3% e Imbiruçu, localizada em 3,4% (CONTAGEM, 2007 e BARBOSA, 2022).

Cabe destacar, que as microbacias Pampulha e Arrudas, são áreas de inundações frequentes, devido ao grande volume de água pluvial drenada, acima da capacidade fornecida que estas recebem. Tais inundações, provocam perdas materiais e em alguns casos de vida, ano após ano (LEMOS et al., 2014)

3.2 Vegetação

A vegetação original do município, correspondia a uma área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado que ocupavam, segundo CONTAGEM (2009), respectivamente 58% e 42% do território (**Figura 3**). Por se tratar de uma área de transição, possuía vegetação variada, com a presença de árvores de grande e médio porte, vegetação secundária de arbusto, vegetação rasteira e gramíneas (CONTAGEM, 2007, CPRM – SGB, 2014 e BARBOSA, 2022).

Figura 3 - Vegetação originária do município de Contagem – Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

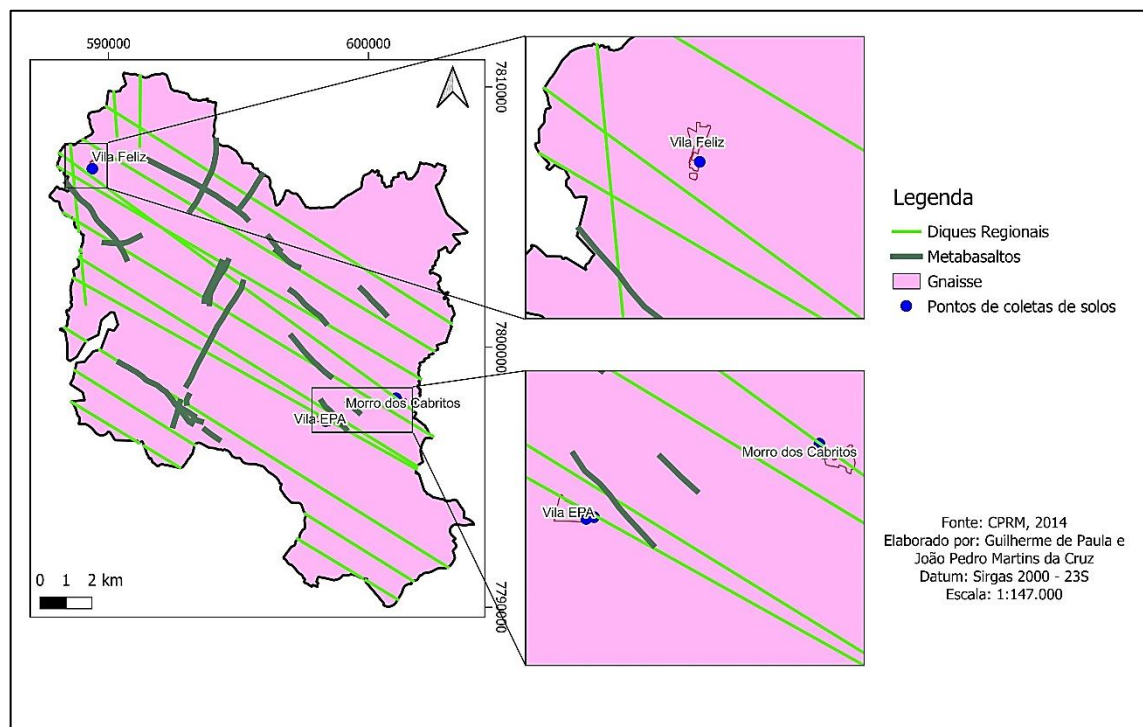
Os remanescentes destas vegetações podem ser observados em algumas áreas do município que ainda se encontram em processo de expansão urbana, nos parques naturais e nas Unidades de Conservação.

Nas áreas analisadas, observa-se alguns remanescentes de vegetação nas localidades em que os solos ainda não foram pavimentados, sendo, predominantemente gramíneas, e alguns indivíduos arbóreos de médio porte.

3.3 Geologia e Geomorfologia

A geologia do município caracteriza-se pelo Complexo Belo Horizonte, apresentando o predomínio de gnaisses em quase todo o território, exceto nas áreas em que há intrusões de diques de rochas metabásicas (CPRM - SGB, 2014 e BARBOSA, 2022, PMRR 2024) (**Figura 4**). Nas áreas analisadas existem ambos os tipos de geologia observados no município, exceto na Vila Feliz onde não se observa a presença de metabásicas.

Figura 4 - Geologia do município de Contagem – Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

As rochas gnáissicas são caracterizadas pela presença de duas bandas, banda clara (comumente constituídas por quartzos e feldspatos) e escura (predominantemente formada por xisto, biotita, muscovita, hornblenda). A banda clara apresenta menor suscetibilidade ao intemperismo, devido à presença de quartzo, mineral de elevada resistência. Desta forma, os movimentos de massa tendem a ocorrer com menor facilidade. A banda escura, por sua vez, é formada por minerais menos resistentes, que possibilitam a formação de planos de cisalhamento e fratura, favorecendo a ocorrência de movimentos de massa (MENEZES *et al*, 2011; RODRIGUES, 2014). Ainda sobre as rochas gnáissicas, cabe destacar como estas atuam na formação dos solos das áreas analisadas, tendo em vista que favorecem um maior quantitativo da fração granulométrica silte no horizonte C dos solos, que por ser leve e sem carga é facilmente erodida.

As rochas metabásicas tendem a possuir minerais mais resistentes ao intemperismo em toda sua composição (quartzo, plagioclásios, piroxênios, biotita). Assim, a formação de cisalhamentos e fraturas não é comum (MARTINS, MARTINS e REATTO, 2004). Esta resistência ao intemperismo promove a existência de grandes blocos de rocha misturados a massa do solo formado, favorecendo a ocorrência de movimentos de massa do tipo queda de blocos e até escorregamentos, observados por cicatrizes na paisagem. Ainda cabe destacar que as rochas metabásicas ocorrem no município através de intrusões, que geram linhas preferenciais para o escoamento da água em função da resistência diferenciada ao intemperismo, o que pode favorecer o surgimento de erosão em sulcos, bem como formar áreas com maior potencial para movimentos de massa.

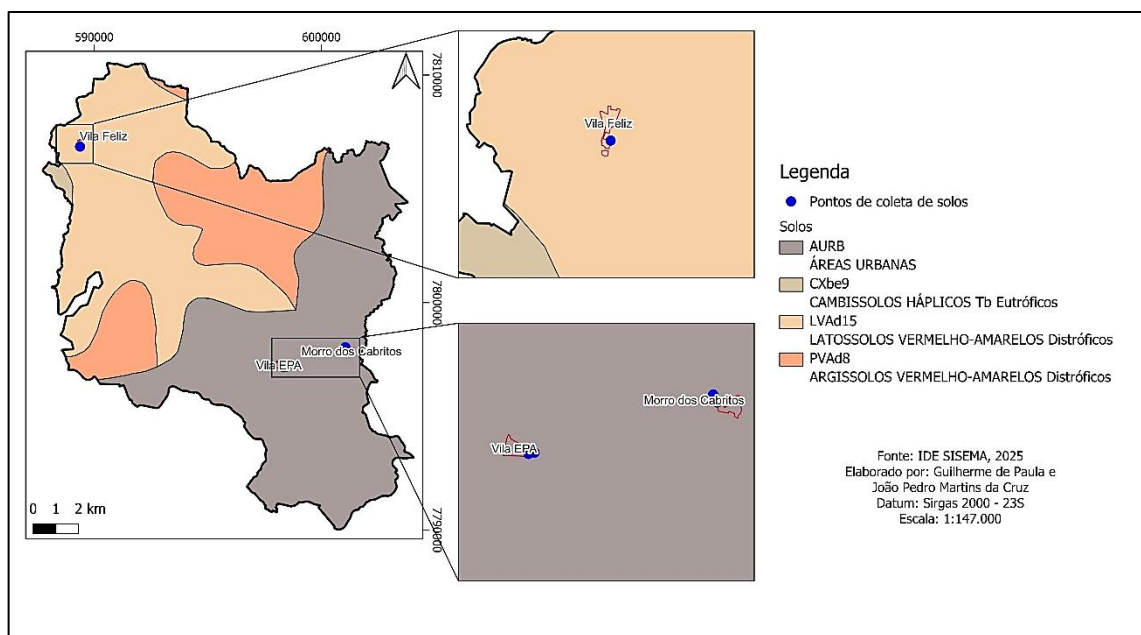
A geomorfologia do município compõe o Compartimento Belo Horizonte, sendo subdivida nas unidades geomorfológicas colinas amplas e suaves, ao longo de quase todo o território, e colinas dissecadas e morros baixos em uma área pequena situada no noroeste do município. Também há presença de feições côncavas em decorrência da estabilização de antigas voçorocas e de vales drenagem chatos (PMRR, 2009 e CPRM – SGB, 2014)

A presença de feições côncavas favorece a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa, tendo em vista que promove o acúmulo de água na vertente, ao invés de dispersá-lo. Este, possibilita a ocorrência de erosão pluvial, além de, no caso de chuvas de baixa intensidade, mas de longa duração, propicia a saturação do solo e consequente escorregamento (CARMO *et al.*, 2016; OLIVEIRA e ARAÚJO, 2020; SOUZA e FRANCISCO, 2021).

3.4 Pedologia

O município de Contagem, conforme levantamento realizado em conjunto pelas Universidades Federais de Lavras (UFLA) e Viçosa (UFV), e pelas Fundações Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em 2010, que produziu um mapa na escala de 1:650.000, apresenta, predominantemente, áreas urbanizadas e áreas com presença de solos expostos, distribuídas em três classes: ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos (PVAd8), CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos (CXbe9) e LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos (LVAd15), conforme **Figura 5**.

Figura 5 - Área urbana e solos do município de Contagem – Minas Gerais, segundo Universidades Federais de Lavras (UFLA) e Viçosa (UFV), e pelas Fundações Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e Estadual do Meio Ambiente (FEAM)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A escala utilizada neste levantamento pedológico gera grandes generalizações, não possibilitando que as variações de menor escala dos fatores de formação do solo (material de origem, relevo, clima, organismos e tempo) e nas possíveis classes de solo, sejam perceptíveis. Desta forma, o monitoramento da instalação de processos erosivos e da propensão de ocorrência de movimentos de massa, torna-se, muitas vezes, ineficaz. Para tais monitoramentos, sugere-se a utilização da escala de 1:20.000 até 1.100.000, considerada adequada para a “Execução de projetos de uso intensivo do solo”, conforme preconizado pela EMBRAPA (1995), no documento intitulado de “Procedimentos Normativos e Levantamentos Pedológicos”.

Na área considerada urbanizada ainda há a presença de solo exposto em vias não pavimentadas, nos quintais das moradias, no entorno de alguns cursos hídricos, em vertentes, entre outros. Essa exposição do solo, associada às atividades humanas, pode acarretar a aceleração dos processos erosivos e dos movimentos de massa, os quais podem causar perdas materiais e até óbitos. Em campo, nas áreas de estudo observou-se processos erosivos dos tipos: sulcos, ravinas e voçorocas; e movimentos de massa, através da identificação de cicatrizes na paisagem e da presença de blocos soltos na paisagem, das classes: Quedas/Tombamentos/Rolamentos e Deslizamentos/Escorregamentos (**Figura 6 a Figura 10**)

Figura 6 - Erosão em ravinas no Morro dos Cabritos



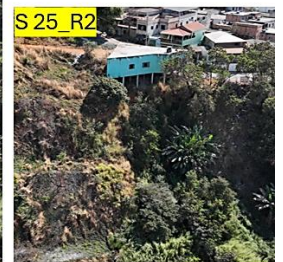
Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Figura 7 - Destruição de muro e interdição parcial de via em consequência de movimento de massa do tipo rolamento de blocos no Morro dos Cabritos



Fonte: PMRR, 2024

Figura 8 - Área com predisposição a movimento de massa, queda e rolamento de blocos na Vila Epa



Fonte: PMRR, 2024

Figura 9 - Blocos na paisagem na Vila Epa



Fonte: PMRR, 2024

Figura 10 - Voçoroca na Vila Feliz

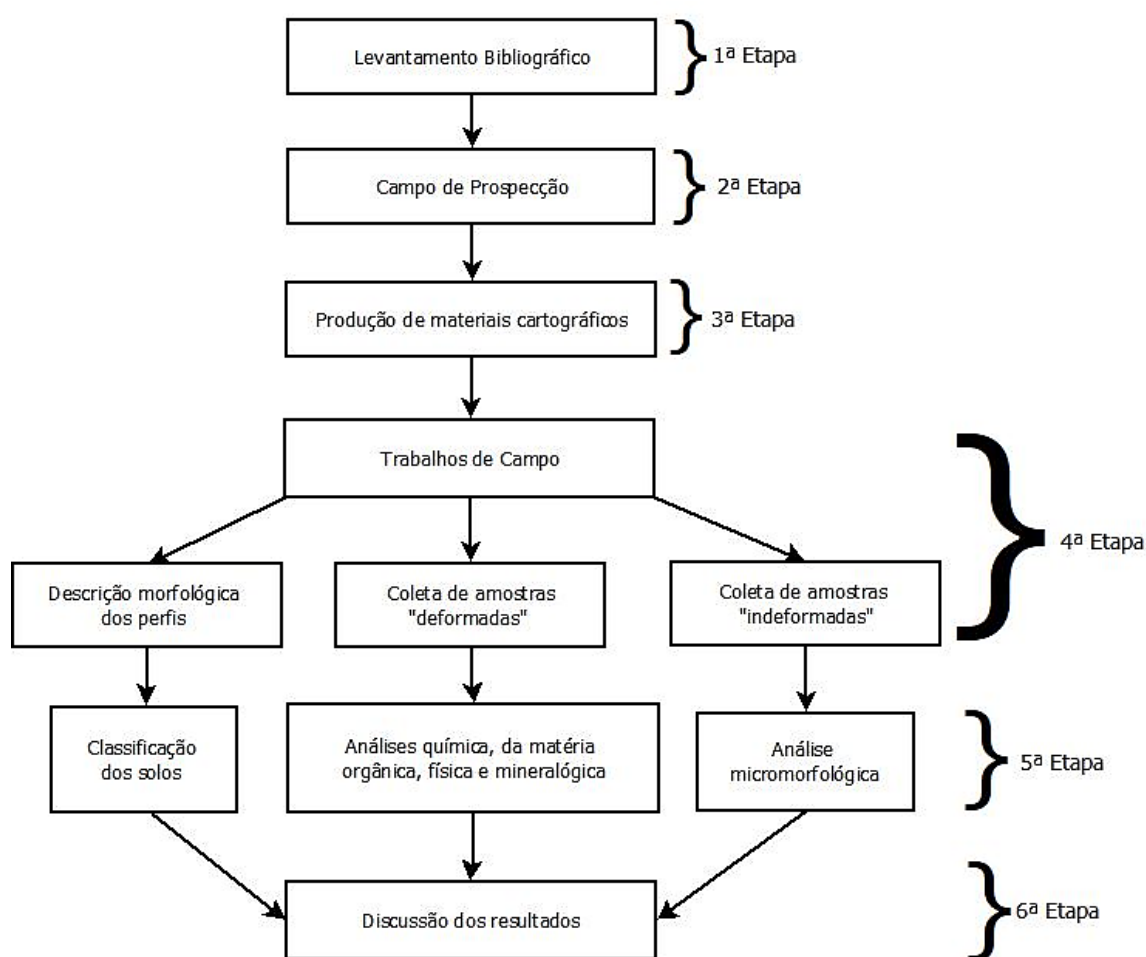


Fonte: Acervo pessoal, 2024

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração do trabalho deu-se por meio da execução de seis etapas (**Figura 11**). A primeira consistiu no levantamento bibliográfico para constituir o referencial teórico e fomentar a discussão dos resultados obtidos; a segunda concentrou-se na realização do campo de prospecção da área; a terceira dedicou-se à produção de materiais cartográficos; a quarta envolveu o trabalho de campo para a descrição morfológica dos solos, bem como a coleta das amostras; na quinta etapa, foram realizadas as análises laboratoriais das amostras coletadas em campo; e, por fim, na sexta etapa, discutiram-se os resultados obtidos.

Figura 11 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

4.1 Levantamento Bibliográfico

Nesta etapa, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre o município de Contagem, visando obter informações sobre a fisiografia da área (hidrografia, clima, vegetação, geologia, geomorfologia e pedologia). Além disso, também foram levantados trabalhos

referentes a: definições e classes de solos, processos erosivos, movimentos de massa, solos em áreas urbanas e as características morfológicas, físicas, químicas e micromorfológicas que favorecem ou dificultam a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

4.2 Campo de Prospecção

O campo de prospecção foi realizado no dia 06 de maio de 2024. Neste dia, foram visitadas as localidades Morro dos Cabritos, Vila Epa e Vila Feliz, que já estavam mapeadas como áreas de risco geológico no município de Contagem. Foi determinado que cinco perfis de solos representativos das localidades seriam descritos e teriam amostras coletadas (dois no Morro dos Cabritos, dois na Vila Epa e um na Vila Feliz). A localização e o acesso a cada perfil foram registrados através do uso de GPS (Global Positioning System) embutido nos *softwares TimeStamp Camera Free e Google Fotos*.

4.3 Produção de materiais cartográficos

Com o levantamento da fisiografia da área e a definição dos perfis de solos, elaborou-se mapas de localização, hidrografia, vegetação geologia e pedologia. Estes mapas foram produzidos no software de uso aberto QGis 3.36.3, através de base de dados obtidas no CPRM, Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE SISEMA), MapBiomias, Geocontagem.

4.4 Trabalho de Campo – Descrição morfológica e coleta de amostras dos perfis de solos

O trabalho de campo para descrição morfológica e coleta das amostras deformadas e indeformadas dos perfis de solos foi realizado nos dias 17 e 19 de junho de 2024. No primeiro dia foram descritos e coletados os perfis de 1 a 4, situados no Morro dos Cabritos e na Vila Epa, enquanto no segundo dia a descrição e coleta ocorreu somente para o perfil 5. Todos os perfis foram descritos conforme Santos *et al.* (2015) com auxílio de uma ficha de descrição de solos (**APÊNDICE A** – Ficha de Descrição de Solos.)

As amostras deformadas foram coletadas em todos os horizontes dos perfis de solos, em sacos plásticos, na quantidade aproximada de dois quilogramas, para realização das análises laboratoriais de densidade das partículas, granulometria, argila dispersa em água, pH, estabilidade de agregados, carbono orgânico e difração de raio X (DRX) da fração argila. Enquanto as amostras indeformadas foram coletadas, segundo Santos *et al.* com a colaboração de Castro e Cooper (2015), em monólitos e acondicionadas em marmitex de alumínio

retangulares, sendo então recobertas com plástico filme do tipo PVC e identificadas com o nome do perfil, o horizonte e a direção da infiltração de água no solo.

4.5 Análises Laboratoriais

Para realização das análises laboratoriais, as amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em peneiras de malha de quatro milímetros, para realização da análise de Agregação do Solo e Estabilidade de Agregados e dois milímetros para obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), que foi utilizada para execução das demais análises. Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Solos e Meio Ambiente e de Geomorfologia e Recursos Hídricos, situados no Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC/UFMG) e realizados conforme o preconizado no Manual de Métodos de Análise de Solo da EMBRAPA (TEIXEIRA, *et al.*, 2017). As análises realizadas estão descritas no **Quadro 3** a seguir:

Quadro 3 - Análises laboratoriais realizadas

Tipo de análise	Análise
Química	pH
	Carbono Orgânico
Física	Granulométrica
	Argila Dispersa em Água
	Agregação do solo e Estabilidade de agregados
Mineralógica	Separação das frações granulométricas do solo para análises mineralógicas ¹

Ainda sobre as análises, destaca-se que algumas delas são obtidas por fórmulas (ΔpH^2 , Agregação do solo e Estabilidade de agregados – Diâmetro Médio Ponderado³ e

¹ A análise “Separação das frações granulométricas do solo para análises mineralógicas” foi realizada somente para os horizontes B e C dos perfis e para a separação da fração argila. Após a separação, a argila foi encaminhada para o Laboratório de Difração de Raios-X do Centro de Pesquisa Professor Manoel Teixeira da Costa da Universidade Federal de Minas Gerais (CPMTC/UFMG).

² $\Delta\text{pH} = \text{pH em KCl} - \text{pH em H}_2\text{O}$

³ $\text{DMP} = \sum (x_i \cdot w_i)$ onde: x_i = diâmetro médio da classe i (mm) e w_i = proporção da massa da classe em relação à massa total da amostra

Diâmetro Médio Geométrico⁴) e possibilitam o cálculo de índices (Grau de Floculação⁵, obtido através da Argila Dispersa em Água e Índice de Estabilidade de Agregados⁶).

As amostras indeformadas foram inicialmente deixadas para secar em temperatura ambiente durante seis semanas. Posteriormente foram levadas para o Laboratório de Laminação do CPMTC/UFMG, onde, após impregnação à vácuo, foram produzidas as lâminas delgadas.

Após a produção, as análises foram feitas em microscópio óptico polarizante (modelo Axiskop 40, Zeiss) em que foram descritos o fundo matricial composto pela microestrutura, material grosso, material fino (resultados obtidos na Difração de Raio X) e a distribuição relativa; a presença de matéria orgânica e as pedofeições, conforme disposto nos livros Fundamentos de Micromorfologia de Solos, de Castro e Copper (2017), e Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths, de Stoops *et al* (2010). Na avaliação por microscopia, foram utilizadas luzes plana e polarizada e lentes de aumento 2,5x e 10,0x, de acordo com a análise que estava sendo realizada.

4.6 Etapa de Escritório - Discussão dos resultados

Por fim, após obter os resultados da descrição morfológica e das análises laboratoriais das amostras deformadas e indeformadas, foram elaborados índices, tabelas e quadros sínteses para apresentação e discussão dos dados e resultados obtidos.

⁴ DMG = $\exp [\sum (w_i \cdot \ln(x_i)) / \sum w_i]$ - onde: x_i = diâmetro médio da classe i (mm) e w_i = proporção da massa da classe em relação à massa total da amostra

⁵ GF= 100 – ADA (%)

⁶ IEA = $(\sum (\text{peso dos agregados estáveis}) / \text{peso total da amostra}) \times 100$

5 RESULTADOS e DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos nas etapas metodológicas 4.4 Trabalho de Campo – Descrição morfológica e coleta de amostras de solos; e 4.5 Análises Laboratoriais.

5.1 Descrição Morfológica

A descrição morfológica dos cinco perfis possibilitou a identificação de atributos morfológicos de cada um dos horizontes dos perfis de solos, sendo eles: profundidade, cor, textura, estrutura, cerosidade, consistência, e transição dos horizontes e viabilizou o estabelecimento da classe dos solos conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, (Santos *et al.*, 2025), o que possibilitou a identificação de três classes nas três vilas que compõe a área de estudo: NITOSSOLOS VERMELHOS e CAMBISSOLOS HÁPLICOS (**Quadro 4; Figura 12 a 17**).

Quadro 4 - Descrição morfológica dos solos analisados no município de Contagem - MG

Horizontes	Prof.(cm)	Cor (úmida)	Textura	Estrutura	Cerosidade	Consistência	Transição
Perfil 1 – Morro dos Cabritos – NITOSSOLO VERMELHO							
A	0 - 22	Vermelho-escuro (2,5YR 3/6)	argila	forte a moderada pequena e média blocos subangulares	–	extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e não pegajosa	Gradual plana
Bt	22 - 100+	Vermelho-escuro (10R 3/6)	muito argilosa	forte média blocos subangulares	Comum e moderada	extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa	–
Perfil 2 – Morro dos Cabritos – CAMBISSOLO HÁPLICO							
A	0 - 20	bruno-oliváceo-claro (2,5Y 5/4)	franco arenoso	fraca a moderada média granular	–	ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa	Gradual plana
Bi	20 - 145	amarela (2,5Y 8/8)	franco arenoso	moderada média e grande blocos subangulares	–	macia, muito friável, não-plástica, não-pegajosa	Clara plana
C	145 - 200+	oliva-claro (2,5Y 8/4)	franco arenoso	fraca grandes blocos subangulares	–	macia, muito friável, não plástica, pegajosa	–
Perfil 3 - Vila Epa – CAMBISSOLO HÁPLICO							
A	0 -30	bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2)	franco argiloso arenoso	moderada a forte pequena granular	–	ligeiramente dura, friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa	Gradual plana
Bi	30 - 83+	vermelho-amarelado (5YR 4/6)	argila	maciça	–	extremamente dura, extremamente firme, muito plástica, ligeiramente pegajosa	–
Perfil 4 - Vila Epa – NITOSSOLO HÁPLICO							
A	0 - 40	bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4)	argila	moderada a forte média granular	–	dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa	Gradual plana
Bt	40 - 63+	vermelho (2,5YR 4/8)	argila	moderada a forte média e grande blocos subangulares	Comum e moderada	dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa	–
Perfil 5 - Vila Feliz – CAMBISSOLO HÁPLICO							
A	0 - 30	cinza muito escuro (10YR 3/1)	franco argiloso arenoso	fraca média blocos subangulares	–	dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa	Gradual plana
Bi	30 - 115	bruno-amarelado (10YR 5/6)	franco argiloso arenoso	fraca média blocos subangulares	–	macia, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa	Clara plana
C	115 - 275+	amarelo-avermelhado (5YR 6/6)	franco arenoso	maciça	–	dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa	–

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

Figura 12: P1 – NITOSSOLO VERMELHO

Fonte: Acervo pessoal, 2024

Figura 13: P2 – CAMBISSOLO HÁPLICO

Fonte: Acervo pessoal, 2024

Figura 14: P3 - CAMBISSOLO HÁPLICO

Fonte: Acervo pessoal, 2024

Figura 15: P4 - NITOSSOLO HÁPLICO

Fonte: Acervo pessoal, 2024

Figura 16: P5 - CAMBISSOLO HÁPLICO

Fonte: Acervo pessoal, 2024

Os NITOSSOLOS são solos formados pelo processo de argiluviação/lessivagem, no qual há transporte descendente de argila do horizonte A com acúmulo no horizonte B e que possuem horizonte B nítico. São solos, comumente, profundos, bem drenados e com boa aeração, o que promove uma baixa suscetibilidade erosiva à classe (Shinzato, Carvalho Filho e Teixeira, 2008). A coloração vermelha, descrita no segundo nível categórico, refere-se a matiz do solo ser 2,5YR ou mais vermelha, em ambos os horizontes e vermelho-amarela diz respeito ao não enquadramento em outras classes (Santos *et al.*, 2025).

Os CAMBISSOLOS, por sua vez, não possuem um processo específico de formação e são solos que sofreram alteração física e química não muito avançada, sendo considerados pouco desenvolvidos e com horizonte B incipiente. Devido ao baixo grau de desenvolvimento, estes são mais suscetíveis a processos erosivos e a movimentos de massa (Shinzato, Carvalho Filho e Teixeira, 2008). A terminologia, Háplico, no segundo nível categórico, indica que o solo não possui características específicas que o enquadre em outras classes (Santos *et al.*, 2025).

Destaca-se que os NITOSSOLOS estão localizados nas áreas em que o material de origem é proveniente da intrusão de diques compostos por rochas metabásicas, enquanto os CAMBISSOLOS situam-se nas áreas em que há presença de gnaisses, litologia predominante no município.

Dentre as características dos solos obtidas na descrição morfológica, destacam-se que a textura, estrutura e cerosidade estão diretamente relacionadas à suscetibilidade de instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa, essas serão discutidas a seguir, exceto a textura que será apresentada no item 5.3.1 Granulometria – Textura do solo, Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Flocculação (GF).

Nos solos avaliados, observa-se que o NITOSSOLO VERMELHO e o NITOSSOLO HÁPLICO, situados, respectivamente, no Morro dos Cabritos e Vila Epa, possuem estruturas com resistência média a forte à instalação de processos erosivos, tendo em vista as características de forma, tamanho e grau de desenvolvimento encontradas, que são predominantemente blocos subangulares de tamanho médio e grau de desenvolvimento forte. Ainda vale destacar que horizonte A do NITOSSOLO HÁPLICO, possui estrutura granular, o que confere maior capacidade de infiltração. No entanto, a presença de blocos de rocha observados misturados ao solo e o relevo, bastante movimentado na área de ocorrência (devido

a sua elevada declividade), faz com que processos erosivos e movimentos de massa, sejam comuns (LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013).

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS, localizados no Morro dos Cabritos, Vila Epa e Vila Feliz, por sua vez, possuem estruturas com resistência fraca a média à instalação de processos erosivos, tendo em vista as características de forma, tamanho e grau de desenvolvimento encontradas, que são predominantemente blocos de tamanho grandes e grau de desenvolvimento fraco. Cabendo ressaltar que o horizonte B do CAMBISSOLO HÁPLICO, situado na Vila Epa e o horizonte C, do mesmo solo, situado na Vila Feliz possuem estrutura maciça, o que confere baixíssima capacidade de infiltração e consequente alta suscetibilidade à erosão e aos movimentos de massa (LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013).

Nos NITOSSOLOS VERMELHO e HÁPLICO localizados, respectivamente, no Morro dos Cabritos e Vila Epa, foi observada presença de cerosidade comum e forte, o que promove um maior desenvolvimento de macroporos e consequentemente maior infiltração da água, diminuindo a instalação de processos erosivos por escoamento superficial (COOPER e VIDAL-TORRADO, 2005).

5.2 Resultados das Análises Químicas

5.2.1 pH do solo

A variação do pH do solo (ΔpH) é utilizada para determinar a capacidade do solo em reter cátions, além de também ser um indicativo do grau de evolução do solo.

- há alta capacidade de reter cátions, e que o solo tende a ser menos evoluído.

Na **Tabela 1**, é possível observar as medidas de pH obtidas nos perfis analisados.

Tabela 1 - Resultados de pH em KCL, H₂O e ΔpH dos perfis analisados

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	pH em KCl	pH em H ₂ O	ΔpH (KCl - H ₂ O)
01	Morro dos Cabritos	NITOSSOLO VERMELHO	A	6,55	7,38	-0,83
			Bt	5,79	7,06	-1,27
02			A	4,82	5,8	-0,98

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	pH em KCl	pH em H ₂ O	Δ pH (KCl - H ₂ O)
03	Morro dos Cabritos	CAMBISSOLO HÁPLICOS	Bi	4,07	5,22	-1,15
			C	4,23	6,05	-1,82
	Vila Epa	CAMBISSOLO HÁPLICOS	A	6,26	7,07	-0,81
			Bi	4,53	5,48	-0,95
04	Vila Epa	NITOSSOLO HÁPLICO	A	5,40	6,43	-1,03
			Bt	5,40	6,21	-0,81
05	Vila Feliz	CAMBISSOLO HÁPLICOS	A	4,21	5,24	-1,03
			Bi	4,07	5,17	-1,1
			C	4,00	4,58	-0,58

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Todos os solos analisados apresentaram resultados negativos para o Δ pH, variando de -0,58 a -1,82, o que indica que estes solos possuem capacidade de retenção de cátions e que são menos evoluídos. O baixo grau de evolução, apontado pelo Δ pH, implica em uma maior suscetibilidade a processos erosivos, decorrente do baixo grau de desenvolvimento desses solos, que os tornam mais frágeis (BLOISE, *et al*, 2001 e SILVA, *et al*, 2009).

5.2.2 Carbono Orgânico

Os resultados encontrados para o carbono orgânico são um indicativo da quantidade de matéria orgânica presente nos horizontes dos solos. Estes variam ao longo dos horizontes do solo, sendo maior no horizonte A (superficial) e menor nos horizontes B e C (subsuperficiais). (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados de carbono orgânico dos perfis analisados

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	Carbono Orgânico (g/kg)
01	Morro dos Cabritos	NITOSSOLO VERMELHO	A	13,64
			Bt	6,29
02	Morro dos Cabritos	CAMBISSOLO HÁPLICOS	A	6,36
			Bi	0,65
			C	0,17

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	Carbono Orgânico (g/kg)
03	Vila Epa	CAMBISSOLO HÁPLICOS	A	13,11
			Bi	4,50
04	Vila Epa	NITOSSOLO VERMELHO	A	21,76
			Bt	11,84
05	Vila Feliz	CAMBISSOLO HÁPLICOS	A	6,00
			Bi	0,36
			C	1,67

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Os solos analisados, apresentaram baixos teores de carbono orgânico, variando de 0,17 g/kg a 21,76. Os maiores valores foram encontrados nos horizontes A, de todos os perfis, com um decaimento da concentração nos demais horizontes (B e C), exceto para o horizonte C do perfil 5, localizado na Vila Feliz. O incremento observado, é justificado pelo despejo de efluentes domésticos, que possuem grande carga orgânica, diretamente no horizonte C do perfil 5, que foi observado em campo.

Em áreas urbanas, devido à pressão antrópica, os valores encontrados para este elemento são baixos, visto que há grande remoção de vegetação, não havendo então deposição de folhas, raízes e outras fontes de material orgânico no solo (BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014).

Os pequenos valores de carbono orgânico encontrados, analisados isoladamente, contribuem para uma maior suscetibilidade da existência de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa, tendo em vista que os benefícios promovidos pela matéria orgânica, como o aumento da infiltração e diminuição do escoamento superficial, são reduzidos (MARCATTO, SILVEIRA e FONTANA, 2021).

5.3 Resultados das Análises Físicas

5.3.1 Granulometria – Textura do solo, Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Floculação (GF)

Os resultados das análises de granulometria do solo, possibilitam a identificação da distribuição das frações nos horizontes e da respectiva classe textural. Estes valores associados com os valores encontrados na análise de Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Floculação (GF), são indicadores da tendência de dispersão/formação de flocos da argila, intrinsicamente

ligada com a suscetibilidade de instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

Na **Tabela 3**, é possível observar os resultados encontrados para a Composição Granulométrica, Classe Textural, Argila Dispersa em Água (ADA) e o Grau de Floculação (GF) de cada horizonte dos perfis analisados.

Tabela 3 – Composição Granulométrica, Classe Textural, Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Floculação (GF) dos perfis analisados.

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	Composição Granulométrica (%)			Classe Textural	Argila Dispersa em Água (ADA) (%)	Grau de Floculação (GF) (%)
				Areia total	Silte	Argila			
01	Morro dos Cabritos	NITOSSOLO VERMELHO	A	20	36	44	Argila	59	41
			Bt	10	30	60	Muito argiloso	65	35
			A	60	21	19	Franco arenoso	79	21
02	Morro dos Cabritos	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bi	64	27	9	Franco arenoso	67	33
			C	70	26	4	Franco arenoso	45	53
03	Vila Epa	CAMBISSOLO HÁPLICO	A	58	13	29	Franco argiloso arenoso	63	38
			Bi	40	14	46	Argila	17	82
04	Vila Epa	NITOSSOLO HÁPLICO	A	27	27	46	Argila	78	22
			Bt	16	27	57	Argila	62	38
05	Vila Feliz	CAMBISSOLO HÁPLICO	A	57	12	31	Franco argiloso arenosa	71	30
			Bi	52	13	35	Franco argiloso arenosa	0,54	99,41
			C	47	17	36	Argilo arenosa	0,99	98,96

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Nos solos analisados, foram encontradas cinco classes texturais: Argila, Muito argilosa, Franco arenosa, Franco argilosa arenosa e Argilo arenosa. No NITOSSOLO VERMELHO e NITOSSO HÁPLICO, perfis 01 e 04, presentes no Morro dos Cabritos e na Vila Epa, observa-se os maiores percentuais de argila, que também é visualizada pela presença de cerosidade, no horizonte B, feição formada pelo transporte descendente e acúmulo absoluto de argila, visualizada na caracterização morfológica do solo e discutida anteriormente. Esse maior quantitativo, enquadra os horizontes desses dois solos nas classes Argila e Muito Argilosa, o que pode conferir, como já mencionado anteriormente, maior resistência aos processos erosivos e ocorrência de movimentos de massas (DALLA VILLA *et al.* 2012 e DALLA VILLA e FRANÇA JÚNIOR, 2017).

Novamente, é preciso considerar, conforme já mencionado, a presença de blocos de rocha misturados à massa desses solos e o relevo com alta declividade característico dos locais, fatores que podem, por sua vez, aumentar o risco de ocorrência de erosão e de movimentos de massa.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOSs, perfis 02,03 e 05, localizados no Morro dos Cabritos, Vila Epa e Vila Feliz, apresentam maior percentual da fração areia. Esse maior quantitativo, enquadra os horizontes desses três solos nas classes, Franco arenosa, Franco argilosa arenosa e Argilo arenosa, tornando os solos mais suscetíveis à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa (CÔRREA *et al.*, 2018).

Ainda sobre a granulometria, cabe destacar que os solos 01, 02 e 04, situados no Morro dos Cabritos e Vila Epa, respectivamente, possuem um percentual considerável da fração silte, o que favorece a ocorrência de processos erosivos e de movimentos de massa (BELÉM, OLIVEIRA e SAMPAIO, 2014).

Os resultados obtidos para Argila Dispersa em Água (ADA) e Grau de Floculação (GF), corroboram com o observado na análise granulométrica em relação a maior suscetibilidade desses a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa. Tendo em vista que os horizontes dos solos estudados apresentaram, predominantemente, GF inferior a 50% (CASSOL *et al.*, 2023 e SABINO *et al.*, 2023).

As exceções são observadas nos horizontes Bi do perfil 03 e Bi e C do perfil 05, que caso sejam analisados sem considerar outras variáveis (teor de silte e areia), podem apresentar uma maior resistência à erosão. Vale destacar que os altos valores de GF (>98%), observados nos horizontes B e C do perfil 4, podem decorrer da possível presença de alumínio

no solo, agente flocculante, de origem geogênica. Além disso, o GF trata especificamente da fração argila e como esses horizontes não apresentam predominância dessa fração, o comportamento dos mesmos frente à erosão e aos movimentos de massa, não será regido por essa fração granulométrica.

5.3.2 Estabilidade de Agregados – Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA)

Os resultados obtidos para as análises Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), **Tabela 4**, indicam qual o comportamento da estabilidade de agregados dos horizontes dos solos após a simulação do efeito da água da chuva (erosão pluvial).

Tabela 4 – Diâmetro Médio Ponderado (DMP), Diâmetro Médio Geométrico (DMG), e Índice de Estabilidade de Agregados (IEA)

Perfil	Localização	Classe do solo	Horizonte	DMP (mm)	DMG (mm)	IEA (%)
01	Morro dos Cabritos	NITOSSOLO VERMELHO	A	0,04	0,18	3,16
			Bt	0,09	1,68	9,73
			A	0,13	4,07	19,46
02	Morro dos Cabritos	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bi	0,09	4,85	26,01
			C	0,11	4,95	24,40
03	Vila Epa	CAMBISSOLO HÁPLICO	A	0,21	0,73	3,05
			Bi	0,11	2,02	8,80
04	Vila Epa	NITOSSOLO HÁPLICO	A	0,21	0,88	3,67
			Bt	0,19	1,04	4,34
			A	0,01	1,97	8,45
05	Vila Feliz	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bt	0,12	2,24	9,88
			C	0,05	2,76	12,29

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Para todos os horizontes dos solos avaliados, observa-se baixos valores do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) variando de 0,01 a 0,21 mm, o que indica a predominância de agregados pequenos que possuem maior suscetibilidade a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa (SOUZA *et al*, 2021; CAMPOS *et al* 2022 e TEIXEIRA *et al* 2025).

Em relação ao Diâmetro Médio Geométrico (DMG), os resultados variam de 0,18 a 4,95 mm. Em todos os solos observa-se um incremento do DMG de acordo com o aumento da profundidade (menores valores no horizonte A), demonstrando que quanto mais subsuperficial, menor o efeito das ações antrópicas e naturais que promovem a desagregação do solo e maior a resistência à erosão. Nos horizontes Bt dos NITOSSOLOS VERMELHO e HÁPLICO, este aumento é ainda mais nítido, provavelmente, em decorrência da ação da argila já discutida anteriormente.

O IEA apresenta resultados na faixa de 3,05 a 26,01% e devido à ausência de padronização deste Índice, nos estudos e as poucas informações em áreas urbanizadas, adotou-se três classes, seguindo critérios da estatística descritiva referentes aos percentis (p25, mediana ou p50, p75) que são utilizados para análise da distribuição percentual dos dados analisados, a saber:

- $IEA \leq 25\%$: Baixa Estabilidade;
- $IEA > 25$ e $< 75\%$: Média Estabilidade;
- $IEA \geq 75\%$: Alta Estabilidade.

Os resultados enquadram todos os horizontes, exceto o Bi do P2, analisados na classe de Baixa Estabilidade (FREITAS, FUENTES e BANDEIRA, 2025). Tais resultados indicam que os solos possuem elevada suscetibilidade à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa, especialmente no período chuvoso, quando estes solos recebem maiores quantidades de descargas pluviométricas.

A avaliação conjunta das análises, DMP, DMG e IEA, revelam que todos os solos avaliados apresentam alta suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massas e instalação de processos erosivos, mesmo que valores maiores de DMG tenham sido encontrados nos horizontes subsuperficiais. Tal afirmação se dá, pela análise do perfil como um todo, tendo em vista que a fragilidade observada nos horizontes A, em relação aos demais, impactará nos processos erosivos de origem pluvial, que primeiro degradarão o horizonte superficial e seguirão para os demais.

5.4 Resultados das Análises Micromorfológicas

As análises micromorfológicas (**Quadro 5**) foram realizadas para propiciar o entendimento, em nível microestrutural, dos horizontes dos solos.

Quadro 5 - Síntese da descrição micromorfológica dos solos

Perfil	Localização	Classe	Horizonte	Fundo Matricial				Matéria Orgânica	Pedofeições
				Microestrutura	Material Grosso	Material Fino	Distribuição relativa		
1	Morro dos Cabritos	NITOSSOLO VERMELHO	Bt	Blocos angulares e subangulares moderadamente separados. Poros planares retos e canais.	Rara presença de grãos de quartzo com fragmentos de rochas metabásicas (bastante saprolitizada) subarrendodados.	Caulinita oxídica vermelha-escura. Fábrica birrefrigente indiferenciada.	Porfírica aberta.	Presença de raízes, carvão e pontuações orgânica.	Nódulos órticos típicos. Preenchimento solto, contínuo e denso. Hiporrevistimento.
2	Morro dos Cabritos	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bi	Porfírica fissural. Poros se alongando, conexão moderada. Alguns poros planares que se ligam a poros cavitários que podem se encharcar e favorecer os escorregamentos.	Quartzo, feldspato e anfibólio fraturado com a presença de fragmentos de rochas gnáissicas.	Caulinita, ilita e goethita bruno-esverdeada. Fábrica birrefrigente indiferenciada.	Porfírica fechada.	-	Nódulos órticos e disórticos. Revestimento denso contínuo. Revestimento típico.
			C	Maciça a fissural fraca pouco desenvolvida e porfírica básica.	Quartzo, feldspato e anfibólio fraturado com a presença de fragmentos de rochas gnáissicas.	Caulinita bruno-olivácea. Fábrica birrefrigente granoestriada.	Porfírica fechada.	-	Nódulos órticos típicos. Preenchimento solto, contínuo e denso. Hiporrevistimento.
3	Vila Epa	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bi	Blocos subangulares. Poros planares retos a curvos.	Predominante mente quartzo, com alguns cristais de feldspato e anfibólio fraturado com a presença de fragmentos de rochas gnáissicas.	Caulinta oxídica bruno-amarela-escuro. Fábrica birrefrigente granoestriada.	Porfírica fechada.	Presença abundante de fragmentos de raízes e tecidos vegetais.	Nódulos órticos típicos.
4	Vila Epa	NITOSSOLO HÁPLICO	Bt	Blocos subarrendodados moderadamente a mal acomodados. Poros planares, formado pela presença de raízes, fauna e mecânica.	Rara presença de grãos de quartzo com fragmentos de rochas metabásicas.	Caulinita bruno-escuro. Fábrica birrefrigente granoestriada a indiferenciada.	Porfírica aberta.	Fragmentos de raízes.	Nódulos órticos. Preenchimento denso e não denso.

Perfil	Localização	Classe	Horizonte	Fundo Matricial				Matéria Orgânica	Pedofeições
				Microestrutura	Material Grosso	Material Fino	Distribuição relativa		
5	Vila Feliz	CAMBISSOLO HÁPLICO	Bi	Fissural. Poros se alongando, conexão moderada. Alguns poros planares que se ligam a poros cavitários que podem se encharcar e favorecer os escorregamentos.	Predominância quartzo e baixa presença de feldspato e anfibólio fraturado com a presença de fragmentos de rochas gnáissicas.	Caulinita bruno-amarelado Fábrica birrefringente granoestriada a estriado cruzado.	Porfírica fechada.	-	Feições de depleção. Nódulos órticos típicos.
			C	Maciça a fissural fraca pouco desenvolvida e porfírica básica.	Predominância quartzo e baixa presença de feldspato e anfibólio fraturado com a presença de fragmentos de rochas gnáissicas.	Caulinita bruno-amarelado. Fábrica birrefringente granoestriada a indiferenciada.	Porfírica fechada.	-	Feições de depleção. Nódulos órticos típicos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A análise micromorfológica possibilitou observar distintos comportamentos nos NITOSSOLOS VERMELHO e HÁPLICO e CAMBISSOLOS-HÁPLICOS vinculados ao grau de pedogênese destes e a presença de porosidade, características importantes para análise de suscetibilidade a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

O grau de pedogênese é ilustrado, na micromorfologia, pela presença de minerais e fragmentos de rocha no material grosso que, quando abundantes, demonstram que o intemperismo ainda não atingiu alto grau e em baixas quantidades, apresentam um maior nível de intemperização (COOPER e VIDAL-TORRADO 2005, PINTO *et al*, 2018). Nos NITOSSOLOS VERMELHO e HÁPLICO (**Figura 17**), observa-se, no horizonte Bt, rara presença de grãos de quartzo, mineral de maior resistência ao intemperismo, enquanto nos CAMBISSOLOS HÁPLICOS (**Figura 18**), visualiza-se, nos horizontes Bi e C os minerais feldspato, anfibólio e quartzo. Destaca-se que o horizonte C é o horizonte que apresenta maior quantitativo de minerais, devido ao seu menor grau de pedogênese.

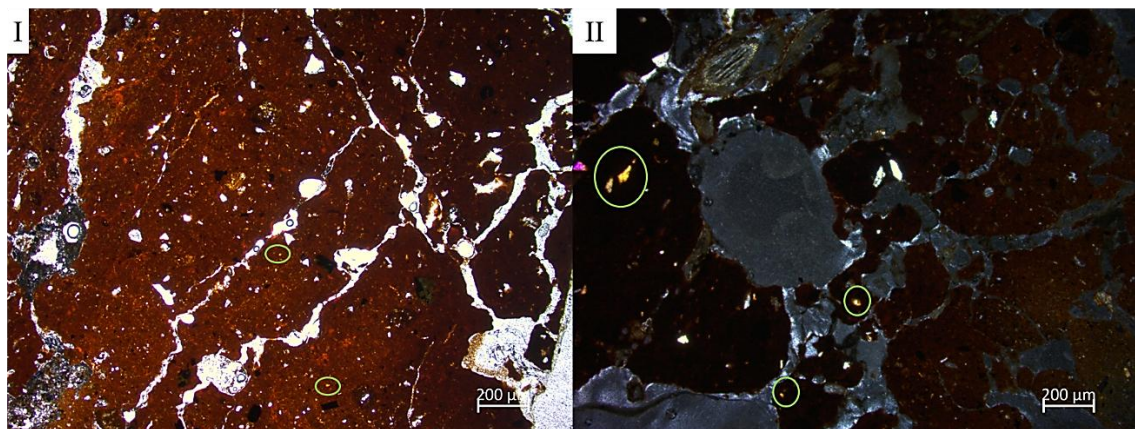


Figura 17 - Microfotografias dos NITOSSOLOS VERMELHO (I), em luz plana, e HÁPLICO (II), em luz polarizada, horizonte Bt, apresentando a rara presença de grãos de quartzos (circulados na imagem).

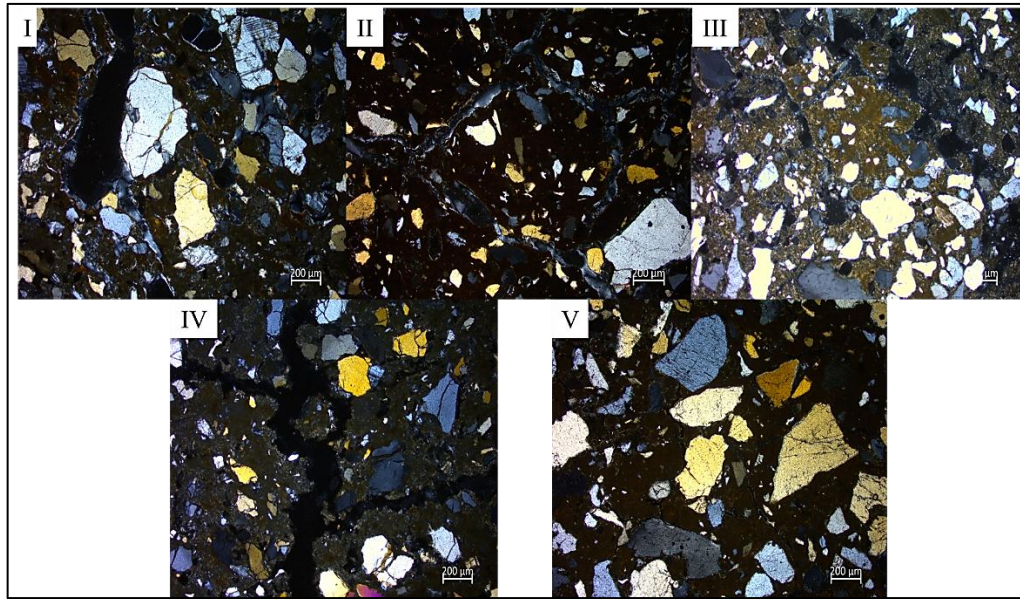


Figura 18 - Microfotografias dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS – horizonte Bi (I, II e III) e horizonte C (IV e V) em luz polarizada. É possível notar a abundância de minerais em todas as imagens, com destaque para a IV e V, que são do horizonte C. Destaca-se que os minerais em amarelo são quartzos, azul os anfibólios e acinzentados os feldspatos.

O grau de pedogênese está intrinsicamente ligado a presença de porosidade em um solo, quanto maior o grau, maior a trama de poros. Os NITOSSOLOS VERMELHO e VERMELHO AMARELO (**Figura 19**), possuem um maior grau de pedogênese, uma boa estruturação do solo, bem como uma densa trama de poros (canais, câmaras e poros), formada por ação física, contração e expansão por ciclos de umedecimento e secagem, e biológica decorrente da ação pretérita da fauna do solo (formiga saúva, minhocas, entre outros). A trama de poro presente se encontra, predominantemente, não preenchida, provavelmente, em decorrência da ação humana, como a realização de queimadas, que removeu a fauna do solo, responsável pelo preenchimento. O não preenchimento, transforma os poros em condutos de água, possibilitando o transporte e armazenamento, promovendo um maior encharcamento do solo, que facilita a ocorrência de movimentos de massa.

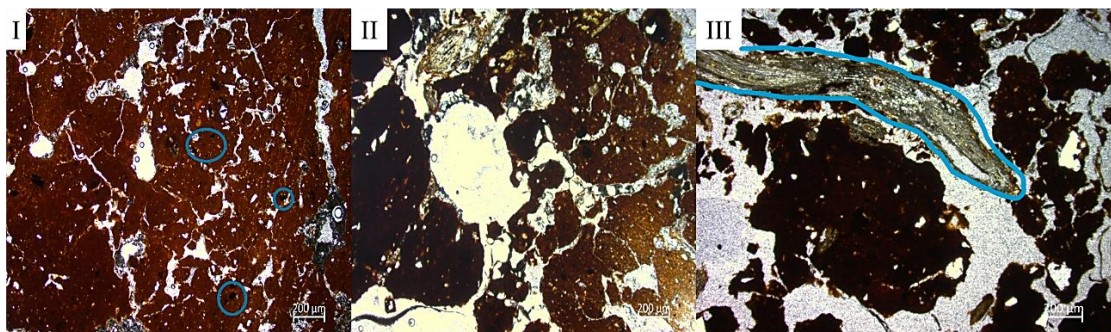


Figura 19 - Microfotografias dos NITOSSOLOS VERMELHO (I) e HÁPLICO (II e III). As imagens apresentam a densa trama de poros, (canais, câmaras e poros), coloração esbranquiçada, que compõe a microestrutura do horizonte B textural dos NITOSSOLOS. A coloração esbranquiçada indica a ausência de preenchimento por atividade biológica, resultado da remoção da biota do solo em função da ação antrópica. Na microfotografia I observam-se ainda pontos escurecidos, carvão, (destacados na imagem), que são evidências de processos de queima responsáveis pela eliminação de fauna e flora; e na microfotografia III há a presença de um tecido vegetal, evidenciado pelo contorno, que apresenta resquícios da atividade da flora que atuou na abertura dos poros.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS, (Figura 20), possuem um menor grau de pedogênese e desenvolvimento de estrutura e de presença de poros bem como um elevado teor de silte que favorecem uma maior mobilização de argila (material fino), tornando-a instável e transportando-a através da trama fissural de poros que esses solos possuem. Também é possível notar a presença de atividade biológica pretérita a ação antrópica. Dessa forma, a perda de argila dos solos e a atividade antrópica corroboram para a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

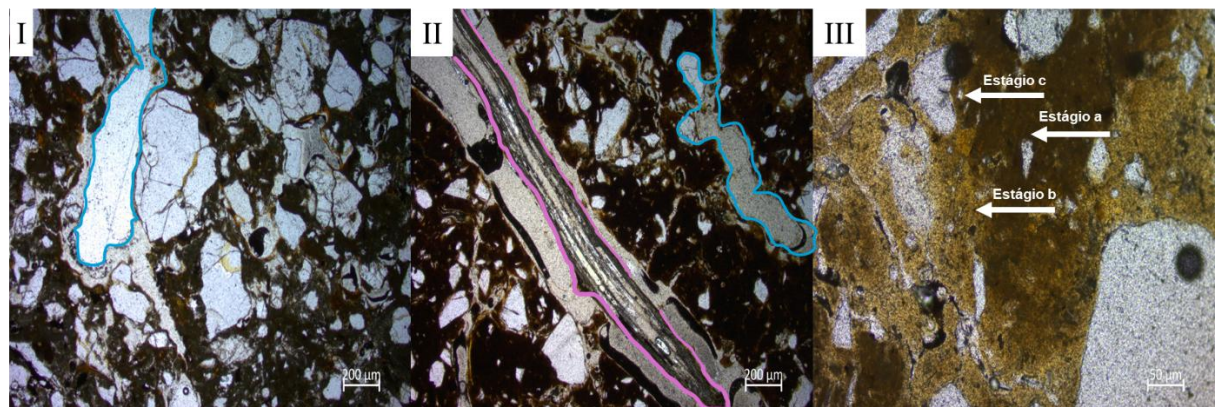


Figura 20 - Microfotografia dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS. As imagens evidenciam uma menor trama de poros de coloração esbranquiçada, destacados em azul nas microfotografias I e II, também não preenchida, demonstrando que houve remoção da biota do solo. Também é possível observar, na microfotografia II, a presença de um tecido vegetal evidenciado pelo contorno em rosa, que apresenta resquícios da atividade da flora que atuou na abertura de poros. A microfotografia III, por sua vez, evidencia a perda de argila no horizonte B incipiente, observada em três estágios distintos: a seta a, estágio inicial, indica uma área com elevada concentração de argila, caracterizada pela coloração bruno-escuro (indicando baixa, ou nenhuma, perda); a seta b aponta para uma zona em

estágio intermediário de perda, com coloração bruno-amarelada; e a seta c assinala a fase mais avançada do processo, evidenciada pela coloração esbranquiçada nos locais onde a argila foi amplamente removida.

5.5 Análise integrada

A partir da realização das análises supracitadas foi possível inferir que as classes de solo, NITOSSOLO VERMELHO, NITOSSOLO HÁPLICO e CAMBISSOLOS HÁPLICOS, possuem diversas características que favorecem à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massas, a saber:

Os NITOSSOLOS VERMELHO e VERMELHO AMARELO, localizados no Morro dos Cabritos e na Vila EPA, possuem:

- **Características Morfológicas** que tendem a conferir maior resistência aos processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa (estrutura e cerosidade), porém devido à presença de blocos de rocha misturados ao solo e à localização em área de relevo movimentado, os processos erosivos e movimentos de massa são favorecidos;
- **Carbono orgânico** em baixas quantidades, o que aumenta a fragilidade do solo em relação aos processos erosivos e movimentos de massa;
- **Características Físicas** cujos atributos (granulometria, argila dispersa em água, grau de flocculação, estabilidade de agregados) indicam alta suscetibilidade a processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa;
- **Características Micromorfológicas** mostrando uma densa trama de poros não preenchida, devido à ação humana, que favorece o encharcamento dos solos e consequentemente, a ocorrência de movimentos de massa.

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS, localizados no Morro dos Cabritos, Vila EPA e na Vila Feliz:

- **Características Morfológicas** que conferem alta suscetibilidade à erosão e aos movimentos de massa, como a baixa estruturação;
- **Carbono orgânico** em baixas quantidades, que aumenta a fragilidade do solo em relação aos processos erosivos e de movimentos de massa;
- **Características Físicas**, que apresentam atributos (granulometria, argila dispersa em água, grau de flocculação, estabilidade de agregados), que, conferem suscetibilidade a

processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa, especialmente devido ao quantitativo elevado das frações areia e silte em detrimento da argila;

- **Características Micromorfológicas**, que mostra um baixo desenvolvimento de microestrutura, e alto quantitativo de silte, que favorecem uma maior mobilização de argila, que corrobora para a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

Através destas análises entende-se que os solos avaliados, localizados no Morro dos Cabritos, Vila Epa e Vila Feliz, ainda que em graus variáveis, em decorrência da combinação de atributos, possuem alta suscetibilidade à instalação de processos erosivos e movimentos de massa.

6 CONSIDERAÇÕES

As análises dos solos realizadas em campo e laboratório demonstram que os solos avaliados em todas as localidades (Morro dos Cabritos, Vila Feliz e Vila Epa) possuem alta suscetibilidade à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa devido aos atributos que possuem.

As características morfológicas dos NITOSSOLOS VERMELHO e VERMELHO AMARELO conferem maior resistência aos processos supracitados em função da estrutura e cerosidade, porém, devido à presença de blocos de rochas misturados em meio a esses solos, os processos erosivos e de movimentos de massa são favorecidos. Por sua vez, os CAMBISSOLOS HÁPLICOS não possuem atributos morfológicos que atenuam a existência de erosão e movimentos de massa.

As baixas quantidades de carbono orgânico encontradas, indicador da presença de matéria orgânica, em todas as classes de solo, conjugadas com teores médios a alto de areia e silte e baixos valores obtidos nas análises físicas (ADA, GF, DMP, DMG e IEA), indicam que os solos NITOSSOLOS VERMELHO e VERMELHO AMARELO e CAMBISSOLOS HÁPLICOS, possuem alta suscetibilidade à instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

As análises micromorfológicas, dos NITOSSOLOS VERMELHO e VERMELHO apontam a presença de uma densa trama de poros não preenchidos, devido a ação antrópica, que tendem ao encharcamento e ocorrência de movimentos de massa; enquanto o baixo desenvolvimento da microestrutura, indicado pela baixa porosidade, e o elevado quantitativo de silte dos CAMBISSOLOS HÁPLICOS corroboram para a instalação de processos erosivos e ocorrência de movimentos de massa.

Diante do exposto, entende-se que a combinação da caracterização morfológica, física, química e micromorfológica, bem como as observações realizadas em campo são fundamentais para o entendimento da suscetibilidade de instalação de processos erosivos e/ou ocorrência de movimentos de massa.

Também é importante destacar, que os resultados obtidos reforçam a necessidade do entendimento dos solos, na elaboração/revisão dos planos diretores dos municípios a fim de estabelecer áreas prioritárias para ações de controle de erosão e de movimentos de massa e minimização dos impactos associados.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. e FEIJÓ, R. L. **Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas**. In: VITTE, A. C e GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a Geografia Física. 8ª ed. – Rio de Janeiro, 2020.
- ANDRADE JÚNIOR, Adebald de. **Contagem dos Velhos (Tempos)**. In: X Encontro Nacional de História Oral Testemunhos: História e Política, 2010, Recife. Anais Eletrônicos, 2010. Disponível em: https://www.encontro2010.historiaoral.org.br/resources/anais/2/1270408150_ARQUIVO_ContagemdosVelhos.pdf . Acesso em: 08 fev. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: **Rochas e Solos**. Rio de Janeiro, p. 18. 1995.
- BARBOSA, Flávia M.C.P. **Atlas Escolar de Contagem**. Belo Horizonte: Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, PUC Minas. 2022 Disponível em: <https://sites.google.com/view/atlas-escolar-contagem/descubra-contagem?authuser=0> . Acesso em: 08 fev. 2025.
- BARRETO, A. B.; TAVARES, D. D.; SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; MARTINS, A. F.; PEREIRA, W. E. Argila dispersa em água e grau de floculação de um Latossolo sob gramíneas no Brejo da Paraíba (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, p. 10-19, 2019.
- BELEM, R. A.; OLIVEIRA, C. V. ; SAMPAIO, R. A. . Características físicas do solo e susceptibilidade de deslizamentos de talude na avenida Sidney Chaves, Montes Claros-MG. **Caminhos de Geografia** (UFU), v. 15, p. 52-59, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/23329/15456> Acesso em: 08 fev. 2025.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Volume 3. Editora UFSC, Florianópolis, 2003.
- BLAUDT, L. M; ALVARENGA, T. W e GARIN, Y. Desastre ocorrido em Petrópolis no verão de 2022: Aspectos Gerais da Defesa Civil. **Revista de Geociências**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 59 - 71, 2022. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/download/17210/12759/> . Acesso em: 08 fev. 2025.
- BLOISE, G. de L. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A. de; REATTO, A.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. de S.; CARVALHO, A. P. F. de. Avaliação da suscetibilidade natural à erosão dos solos da Bacia do Olaria, Distrito Federal. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 14, 2001. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566082/1/bolpdl4.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 16 ago. 2025.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3.ed. PortoAlegre: Bookman, 2013. 704p
- CAMPOS, C. S.; OLIVEIRA, R. V. Estoque de carbono no solo sob diferentes tipos de uso no bioma Caatinga. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 26, n. 104, p. 86–105, 2025. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/74601>. Acesso em: 16 ago. 2025.

CAMPOS, M. C. C.; FRAGA, V. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. P.; SILVA, J. B.; BRITO FILHO, E. G. Agregados de solos em áreas sob distintas intensidades de uso da região semiárida do Nordeste. **Scientia Plena**, [S.l.], v. 18, n. 7, p. e070209, 2022. DOI: 10.14808/sci.plena.2022.070209. Disponível em:

<https://www.scienciaplenu.org.br/sp/article/view/6600/2494>. Acesso em: 17 ago. 2025.

CARMO, A. M.; SOUTO, M. V. S.; DUARTES, C. R. ; LOPES, P. S. ; SABADIA, J. A. B. Avaliação de suscetibilidade à movimentos de massa, utilizando as variáveis morfométricas, para as serras da porção sul do maciço central do Ceará. **Revista Brasileira de Cartografia (Online)**, v.9, p. 1787 – 1804 ,2016. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44443/23518> . Acesso em: 08 fev.2025.

CASSOL, C.J. ; ABRAÃO, C.M.R ; ALOVISI, A.M.T. ; Arruda, E.J. ; SILVA, R.S.S . Utilização de Variáveis Físico-Químicas do Solo Para o Mapeamento da Fragilidade Potencial e Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Ivinhema. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA** , v. 16, p. 466-488, 2023. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/254610/43373> . Acesso em: 08 fev. 2025.

CASTRO, S. S ; COOPER, M. **Fundamentos de Micromorfologia de solos**. 4. ed. São Carlos: EDUFSCAR, 2019. 240 p. ISBN 978-85-86504-30-3.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). **Movimentos de Massa**. São José dos Campos, 2016. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/deslizamentos/> Acesso em: 08 fev. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) – SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO – SGB. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações - 1:25.000**. Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. – (Publicação IPT ; 3016). Disponível em:

https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/16588/1/NT-Carta_Suscetibilidade.pdf . Acesso em: 08 fev. 2025.

CONTAGEM (MG). **Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)**. URBE – Consultoria e Projetos LTDA, 2007. Disponível em:

https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Prefeitura_Municipal_ContagemMG140307.pdf . Acesso em: 08 fev. 2025.

CONTAGEM (MG). **Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR): Relatórios 1 e 2**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2024 e 2025. Não publicado.

CONTAGEM (MG). **Secretaria Municipal de Defesa Social**. 2025. Disponível em:

<https://portal.contagem.mg.gov.br/portal/secretarias/34/secretaria-municipal-de-defesa-social>. Acesso em: 08 fev. 2025.

CONTAGEM (MG). **Defesa Civil**. Defesa Civil de Contagem comemora 41 anos, investindo no gerenciamento das áreas de risco como política pública municipal. 2021. Disponível em:

[Defesa Civil de Contagem comemora 41...](#) Acesso em: 08 fev. 2025

CONTAGEM (MG). **Lei Complementar nº 362, de 28 de setembro de 2023**. Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências. Contagem: Câmara Municipal; Prefeitura Municipal, 2023. Disponível em:

https://alvaras.contagem.mg.gov.br/media/leis/Texto_da_Lei_362-2023_PD_1.pdf. Acesso em: 9 ago. 2025.

CONTAGEM (MG). **Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR)**. Fundação Israel Pinheiro, 2017.

CONTAGEM. **Atlas Escolar – Histórico, Geográfico e Cultural**. 2009. Disponível em: <https://www.novaconcursos.com.br/arquivos-digitais/erratas/17331/24563/atlascontagem.pdf?srsId=AfmBOopU0kbYsgKzgJUoMSF266sPM4EIhS41qVvhBacA924rpDTP3yNy> . Acesso em: 08 fev. 2025.

COOPER, M e MOMOLI, R. S. Erosão hídrica em solos cultivados e sob mata ciliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 51, n. 9, p. 1295–1305, set. 2016. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2016.v51.22429. Disponível em: <https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/22429> . Acesso em: 4 ago. 2025

COOPER, Miguel; VIDAL-TORRADO, Pablo. Caracterização morfológica, micromorfológica e físico-hídrica de solos com horizonte B nítico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 581–595, 2005. DOI: 10.1590/S0100-06832005000400011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/t4kQ3ZTGJrrqmbkqGH3JTsk/?format=html&lang=pt> . Acesso em: 15 ago. 2025.

DALLA VILLA, J. F ; FRANÇA JÚNIOR, P.. Estabilidade dos agregados e a relação com a argila na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Iguaçu. **Revista GeoPantanal**, Corumbá, MS, v. 23, p. 259–274, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/revgeo/article/view/3756/4767>. Acesso em: 16 ago. 2025.

DALLA VILLA, J. T. F; FELTRAN, C. T. M; OLIVEIRA; ALMEIDA, J.F.E; GUIMARÃES, M. F. Atributos de solo determinantes para a estimativa do índice de estabilidade de agregados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 3, p. 436-441, mar. 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000300016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/LfY5fWg8YHdYvsmtw4w3WkS/?lang=pt>. Acesso em: 16 ago. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Brasília, SPI, 1995. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/330133/procedimentos-normativos-de-levantamentos-pedologicos>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p. ISBN 978-85-7035-902-3. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1085209/1/ManualdeMetodosdeAnalisedeSolo2017.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição. Rio de Janeiro, 2018, 356p. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>

FREITAS, R. R; FUENTES, J. I. P; BANDEIRA, A. P. N. Análise do potencial de erodibilidade de solo de um talude da rodovia CE-292. **International Journal of**

Professional Business Review, v. 10, n. 4, 2025 (e05444). Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10129320>. Acesso em: 17 ago. 2025

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE – FEAM. **Mapa de Solos**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <http://www.feam.br/-qualidade-do-solo-e-areas-contaminadas/mapa-de-solos>. Acesso em: 08 fev. 2025

GEOCONTAGEM. **GeoContagem: Sistema de Geoprocessamento de Contagem**. Prefeitura Municipal de Contagem, 2025. Disponível em: <https://geoprocessamento.contagem.mg.gov.br/portal/apps/sites/#/geocontagem>. Acesso em: 18 ago. 2025.

GONZALEZ, A. Z. D; SILVA, J. S. A; PAULA, W. C. S e SOUSA, C. A. Susceptibilidade à Erosão Marginal no Perímetro Urbano de Cáceres-MT. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA** , v. 15, p. 518-534, 2022. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/d06c/1cefab7405358c9abfb07aab322476bf2da2.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025

GUERRA, A. J. T. e MENDONÇA, J. K. S. **Erosão dos Solos e a Questão Ambiental**. In: VITTE, A. C e GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a Geografia Física. 8ª ed. – Rio de Janeiro, 2020.

GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**; Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População em áreas de risco no Brasil | 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 08 fev. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas: 1991-2020**. Brasília, DF: INMET, 2022. Disponível em <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377> e <https://portal.inmet.gov.br/uploads/normais/NORMAISCLIMATOLOGICAS.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

LEMONS, R. S. ; FERREIRA, R; MAGALHÃES JR, A. P ; CARVALHO, V. L. M. ; LOPES, F. W. A. **A Evolução do uso e Ocupação em uma Bacia Hidrográfica Urbana e suas Consequências para a Qualidade Ambiental: Reflexões a Partir do Caso da Lagoa da Pampulha, Região Metropolitana de Belo Horizonte**. In: III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, 2014. III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. Belém: FAU/UFPA, 2014.

LEPSCH, I. F. **19 lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina do texto, 2011, 456 p.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZI Jr., R.; BERTOLINI, D.; Espíndola, C.R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4a Aproximação. 2.ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.175p.

LISTO, F. L. R; NERY, T. D; BISPO, C e FERREIRA, F. **Movimentos de Massa: Estado da Arte, Escalas de Abordagem, Ensaios de Campo e Laboratório e Diferentes Modelos de**

Previsão. In: JÚNIOR, O. A. C; GOMES, M. C. A; GUIMARÃES, R. F; GOMES, R. A. T. (org) Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira. 1. ed. Brasília: UNB-BCE, 2023. p. 564-596. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/376>. Acesso em: 08 fev. 2025.

MACEDO, E. S. e SANDRE, L. C. Mortes por deslizamentos no Brasil: 1988 a 2022. In: **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v.12, n.1, p.110-117, 2022. Disponível: <https://ipt.br/2023/03/29/mortes-por-deslizamentos-no-brasil-1988-a-2022/>. Acesso em: 08 fev. 2025.

MAFRA, N. M. C. **Erosão e Planificação dos solos.** In: Guerra, A. J. T; Silva, A. S e Botelho, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações (Org.). 11ª ed. – Rio de Janeiro, 2020.

MANTOVANI, E. C. . Compactação do Solo. **AMA - Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America** , v. 13, p. 52-55, 1987. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/45506503.pdf> . Acesso em: 08 fev. 2025.

MAPBIOMAS. **MapBiomás Brasil: Sistema de Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra.** 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/> . Acesso em: 18 ago. 2025.

MARCATTO, F. S. ; SILVEIRA, H. ; FONTANA, A. C. Estabilidade de agregados dos solos em uma topossequência cultivada com cana-de-açúcar em Astorga-PR. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA FÍSICA** , v. 14, p. 3953-3967, 2021. Disponível: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/download/250074/40495> . Acesso em: 08 fev. 2025.

MARTINS, J. C, MARTINS, E. S e REATTO, A. **Revisão do Intemperismo de Micas.** Platina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/568958/1/doc123.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

MAZURANA, M. ; LEVIEN, R. ; MULLER, J. ; CONTE, O. . SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO: Alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso)** , v. 35, p. 1197-1206, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/7LQwHbxq6kNHCWBtBt9ZMNJ/?format=pdf> . Acesso em: 08 fev. 2025.

MELO, R. F. T.; SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. B. **A utilização da micromorfologia de solos para o estudo da evolução geomorfológica na Lagoa das Pedras, Água Branca – AL.** In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO, Maringá, PR, 15 a 21 set. 2016. p. 419–430. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/4/4-419-430.html> . Acesso em: 3 ago. 2025

MENEZES, A. A ; COSTA, L. M. ; MOREAU, A. M. S ; MOREAU, M. S . Interrelações entre a profundidade do solo e o substrato geológico na região Centro-Leste de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 58, p. 794-801, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/gsb5SqkhNCwxN3YDc6GP8KJ/>. Acesso em: 08 fev. 2025.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ministério das Cidades vai financiar 20 planos municipais de redução de riscos.** Brasília: Ministério das Cidades, 31 out. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/ministerio-das-cidades-vai-financiar-20-planos-municipais-de-reducao-de-riscos> Acesso em: 08 fev. 2025.

MOTA, J. C. A., ALENCAR, T. C., & ASSISJÚNIOR, R. N. Alterações físicas de um Cambissolo cultivado com bananeira irrigada na capada do Apodi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 39(4), 2015, 1015-1024.

NOVONTONY, E.H; CANELLAS, L. P e COLNAGO, L. A. **Caracterização da matéria orgânica do solo**. In: NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. de O. (org.). O solo: estrutura e composição. São Carlos, SP: Cubo, 2022. cap. 11, p. 153-196. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1141240> . Acesso em: 08 fev. 2025.

NUNES, L. H. **Urbanização e desastres naturais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

OLIVEIRA, F. F.; ARAUJO, R. C. D. Uso de investigação multidisciplinar para diagnóstico de processos erosivos lineares urbanos em uma voçoroca no bairro do Bequimão - São Luís - MA. **GEOGRAFIA ENSINO & PESQUISA**, v. 23, p. 38, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/37160/e38> Acesso em: 08 fev. 2025.

OLIVEIRA, F. P. ; BUARQUE, D. C. ; VIEIRO, A. C. ; MERTEN, G. H. ; CASSOL, E. A. ; MINELLA, J. P. . Fatores relacionados à suscetibilidade da erosão em entressulcos sob condições de uso e manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)** , v. 16, p. 337-346, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/KPkvqdR7PYKgkp6MLwGcLzn/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 08 fev. 2025.

PEREIRA, M. G; ANJOS, L. H. C; PINHEIRO JÚNIOR, C. R; PINTO, L. A. S. R; SILVA NETO, E. C; FONTANA, A. **Formação e caracterização dos solos**. In: TULLIO, L. (Org.). Formação, classificação e cartografia dos solos. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 1, p. 1-20. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112549/formacao-e-caracterizacao-de-solos>. Acesso em: 16 jan 2025

PINTO, S. A. F. C; APARECIDA, A.; MORAES, I. C.; LUPINACCI, C. M. Influência do cultivo de cana-de-açúcar nas perdas de solo por erosão hídrica em Cambissolos no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 231–243, abr./jun. 2018. DOI: 10.20502/rbg.v19i2.1303. Disponível em: <https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1303/666>. Acesso em: 16 ago. 2025.

PITTELKOW, G. C. ; CARDIAS, M. E. M. ; GONES, T. C. ; NUMMER, A. V. **Erosão Urbana e Formas de Investigação: uma revisão**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2015, Teresina - Piauí. Territórios Brasileiros: Dinâmicas, Potencialidades e Vulnerabilidades, 2015. Disponível em: http://plutao.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/plutao/2015/12.04.11.28.20/doc/EROS%C3%83O%20URBANA%20E%20FORMAS%20DE%20INVESTIGA%C3%87%C3%83O-%20uma%20revis%C3%A3o%20-XVI_SBGFA_Pitt_.pdf . Acesso em: 08 fev. 2025.

PROJETO DE FORTALECIMENTO DA ESTRATÉGIA NACIONAL INTEGRADA DE RISCOS EM DESASTRES NATURAIS (Projeto GIDES). **Volume 1 – Manual de mapeamento de perigo e risco a movimentos gravitacionais de massa**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/Volume1-ManualTecnicoParaMapeamentodePerigoeRiscoaMovimentos_CPRM.pdf . Acesso em: 08 fev. 2025.

RAMIDAN, M.A.S. **Estudo de um processo de voçorocamento próximo a UHE de Itumbiara-GO**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia

Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4372/4372_1.PDF Acesso em: 08 fev. 2025.

RIBEIRO, M.S; OLIVEIRA, L. B e ARAÚJO FILHO, J. C. **Caracterização Morfológica do Solo**. In: KER, J. C; CURI N; SCHAEFER, C.E.G.R e VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: Fundamentos. Viçosa, MG, SBCS, 2012. 343p.

RODRIGUES, J. G. **Caracterização Geoquímica e Mineralógica de Perfis de Intemperismo e sua Contribuição para Escorregamentos: o caso da bacia do Córrego do Príncipe, em Teresópolis – RJ**. 2014. Dissertação (Mestrado em Geociências – Geoquímica) – Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense (UFF), Rio de Janeiro, 2014.

Disponível em:

<https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/bitstream/doc/13679/1/Rodrigues%20JG%202014%20caract%20geoq%20e%20mineral%20perfis%20intemp%20e%20contrib%20escorreg%20%282%29.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2025.

SABINO, B. T. S., OLIVEIRA, F. P. de, SILVA, P. L. F. da, NÓBREGA, C. C. da, DIAS, B. de O., & CAMPOS, M. C. C. (2023). Qualidade de solo aos oito anos de condução sob sistemas integrados de produção agropecuária. **Revista Valore**, 8, 144–155. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/1466> . Acesso em: 08 fev. 2025.

SALOMÃO, F.X.T. **Controle e Prevenção de Processos Erosivos**. In: Guerra, A. J. T; Silva, A. S e Botelho, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações (Org.). 11ª ed. – Rio de Janeiro, 2020.

SANTOS, M. A.; SILVA, L. F.; CRUSOÉ, J. M. S.; ROCHA, G. C.; FRANCO, J. R.; SOUZA, C. M.; FARIA, A. V.; LIMA, R. C. A. Condutividade hidráulica do solo não saturado em diferentes sistemas de preparo de solo. **Revista de Biotecnologia & Ciência**, Universidade Estadual de Goiás, v. 14, e16298, 2025. ISSN 2238-6629. Disponível em: <https://www.srvojs.ueg.br/index.php/biociencia/article/view/16298> Acesso em: 08 fev. 2025.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C. & NAJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 7ª edição, Viçosa, 2015. 103 p.

SANTOS, S. V. O.; SILVA, A. S. Erosão de solos em áreas de expansão urbana no litoral norte do município de Maceió – AL. **Revista Espaço & Geografia**, v. 23, n. 2, p. 12-27, 2020. DOI: 10.26512/2236-56562020e40231. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/espacoegeografia/article/view/40231/41105>. Acesso em: 4 ago. 2025.

SARTORI, ADERSON ; GENOVEZ, ABEL M. **Critérios para Classificação Hidrológica de Solos Tropicais Brasileiros**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **GeoSGB: Sistema Geológico do Brasil**. 2025. Disponível em: <https://geosgb.sgb.gov.br/geosgb/downloads.html> . Acesso em: 18 ago. 2025.

SHINZATO, E.; CARVALHO FILHO, A.; TEIXEIRA, W.G. **Solos tropicais**. In: Cassio Roberto da Silva (Ed.). GEODIVERSIDADE DO BRASIL: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. p. 121-134.

SILVA, A. S. Análise Morfológica dos Solos e Erosão. In: Guerra, A. J. T; Silva, A. S e

Botelho, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações (Org.). 11ª ed. – Rio de Janeiro, 2020.

SILVA, Antonio Marcos da; SILVA, Marx Leandro Naves; CURI, Nilton; AVANZI, Junior Cesar; FERREIRA, Mozart Martins. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1811-1820, dez. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600029>.

SILVA, C. A.; CERRI, C. E. P.; ANDRADE, C. A.; MARTIN-NETO, L.; BETTIOL, W. Matéria orgânica do solo: ciclo, compartimentos e funções. In: BETTIOL, W.; SILVA, C. A.; CERRI, C. E. P.; MARTIN-NETO, L.; ANDRADE, C. A. (orgs.). **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Brasília, DF : Embrapa, 2023. PDF (788 p.). Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/587101479.pdf> Acesso em: 08 fev. 2025.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS (SISEMA). **Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE-Sisema**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais, 2025. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2025.

SOUZA, L. F. G.; FRANCISCO, C. N. Mineração de dados na análise dos condicionantes dos movimentos de massa na região serrana do Rio de Janeiro. **REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA**. v. 22, p. 809-823, 2021. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1982/pdf_18 . Acesso em: 08 fev. 2025.

SOUZA, S. F. F.; ARAÚJO, M. S. B.; SILVA, M. S. L.; REIS, J. S. Estabilidade de agregados de solo em uma topossequência sob diferentes usos. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 7, p. 4066-4077, 2021. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e2d3/293511f546197ba68063fb6a59c9f552c634.pdf> . Acesso em: 08 fev. 2025.

STOOPS, G.; MARCELINO, V. & MEES, F. **Interpretation of Micromorphological Features of Soils and Regoliths**. Ed. Elsevier, Oxford, 1ª edição, 2010. 720p.

TEIXEIRA, M; E; WALUS, J; BEDNARZ, J, A; GAVLAK, G; ANTONELI, V; FLORENTINO, R, W; STROPARO, E, C. Avaliação da estabilidade dos agregados do solo em áreas de criação de animais de forma extensiva em propriedade rural no estado do Paraná-BR. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, [S.l.], v. 18, n. 6, p. e194, 2025. DOI: 10.55905/revconv.18n.6-194. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/18764>. Acesso em: 17 ago. 2025.

TEIXEIRA, P. C; DONAGEMMA, G. K; FONTANA, A; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa Solos, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1085209/manual-de-metodos-de-analise-de-solo>. Acesso em: 08 fev. 2025.

APÊNDICE A – Ficha de Descrição de Solos

<u>FICHA DE DESCRIÇÃO DE SOLO</u>	
INFORMAÇÕES GERAIS	
PROJETO: PERFIL Nº: CLASSIFICAÇÃO: LOCALIZAÇÃO: SITUAÇÃO E DECLIVE: LITOLOGIA: FORMAÇÃO GEOLÓGICA: RELEVO LOCAL: EROSÃO: DRENAGEM: VEGETAÇÃO PRIMÁRIA:	DATA:
DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA	
Horizonte: Espessura (cm):	Cor: Mosqueado: Textura: Estrutura: Cerosidade: Consistência: Raízes: Transição:
Horizonte: Espessura (cm):	Cor: Mosqueado: Textura: Estrutura: Cerosidade: Consistência: Raízes: Transição:
Horizonte: Espessura (cm):	Cor: Mosqueado: Textura: Estrutura: Cerosidade: Consistência: Raízes:
Observações:	

APÊNDICE B – Descrição dos Perfis

PERFIL Nº1: NITOSSOLO VERMELHO

Informações Gerais

PROJETO: Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLO VERMELHO

LOCALIZAÇÃO: Rua Expedita – Morro dos Cabritos

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço médio da encosta e declividade variando de 45 a 75%.

LITOLOGIA: Rochas básicas

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belo Horizonte -Intrusões de diques de rochas metabásicas

RELEVO LOCAL: Montanhoso

EROSÃO: Erosão em sulcos

DRENAGEM: Bem Drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta Estacional Semidecidual Montana

USO ATUAL: Área urbana

Descrição Morfológica

A 0 – 22 cm vermelho-escuro (2,5YR 3/6, úmida) e bruno-avermelhado (2,5YR 4/4, seco); argila; forte a moderada pequena e média blocos subangulares; extremamente dura, extremamente firme, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição gradual.

Bt 22 – 100⁺ cm, vermelho-escuro (10R 3/6, úmida) e vermelho (2YR 4/8, seca); muito argiloso; forte média blocos subangulares; cerosidade comum e moderada; extremamente dura, firme, plástica e muito pegajosa.

Observações: - Abaixo do Bt (nítico) há a ocorrência de blocos grandes das rochas originárias misturados com o horizonte C.

PERFIL Nº2: CAMBISSOLO HÁPLICO

Informações Gerais

PROJETO: Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem

PERFIL Nº: 2

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO

LOCALIZAÇÃO: Rua D – Morro dos Cabritos

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço baixo da encosta e declividade variando de 8 a 20%.

LITOLOGIA: Gnaisse

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belo Horizonte

RELEVO LOCAL: Ondulado

EROSÃO: Ligeira

DRENAGEM: Bem Drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual montana

USO ATUAL: Área urbana

Descrição Morfológica

- A 0 – 20 cm, bruno-oliváceo-claro (2,5Y 5/4, úmida) e bruno-amarelado-claro (2,5Y 6/3, seca); franco arenoso; fraca a moderada média granular; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; transição gradual.
- Bi 20 – 145 cm, amarela (2,5Y 8/8, úmida) e oliva-claro-acinzentado (2,5Y 7/3, seca); franco arenoso; moderada media e grande blocos subangulares; macia, muito friável, não-plástica, não-pegajosa; transição clara.
- C 145 – 200⁺ cm, oliva-claro (2,5Y 8/4, úmida) e oliva-claro (2,5Y 7/3, seca); franco arenoso; mosqueado vermelho (2,5YR 5/8); fraca grande blocos subangulares; macia, muito friável, não plástica, pegajosa.

Observações: - O horizonte A não foi coletado para análise micromorfológica.

- Pequenos fragmentos de rocha misturados aos horizontes.

- Os mosqueados encontrados no horizonte C são restos da banda escura do gnaisse leucocrático.

PERFIL Nº3: CAMBISSOLO HÁPLICO

Informações Gerais

PROJETO: Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem

PERFIL Nº: 3

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO

LOCALIZAÇÃO: Vila EPA

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço médio da encosta e declividade variando de 20 a 45%.

LITOLOGIA: Gnaisse

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belo Horizonte

RELEVO LOCAL: Forte Ondulado

EROSÃO: Presença de sulcos

DRENAGEM: Bem Drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual montana

USO ATUAL: Área urbana

Descrição Morfológica

- A 0 – 30 cm, bruno muito escuro (7,5YR 2,5/2, úmida) e bruno (7,5YR 4/3, seca); franco argiloso arenoso; forte a moderada pequena granular; ligeiramente dura, friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara.
- Bi 30 – 83+ cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 5/6, seca); argila; maciça; extremamente dura, extremamente firme, muito plástica, ligeiramente pegajosa.

Observações: - Foi coletada amostra do horizonte C abaixo do perfil, aproximadamente 50 metros de distância (não descrito).

- Atividade biológica (formigas) no perfil.

PERFIL Nº4: NITOSSOLO HÁPLICO**Informações Gerais**

PROJETO: Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem

PERFIL Nº: 4

CLASSIFICAÇÃO: NITOSSOLO VERMELHO

LOCALIZAÇÃO: Vila EPA

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço superior da encosta

LITOLOGIA: Rochas básicas

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belo Horizonte -Intrusões de diques de rochas metabásicas

RELEVO LOCAL: Forte Ondulado e declividade variando de 20 a 45%.

EROSÃO: Presença de sulcos

DRENAGEM: Bem Drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual montana

USO ATUAL: Área urbana

Descrição Morfológica

- A 0 – 40 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4, úmida) e bruno-avermelhado (5YR 4/4, seca); argila; moderada a forte média granular; dura, muito friável, plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara.
- Bt 40 – 63+ cm, vermelho (2,5YR 4/8, úmida) e vermelho (2,5YR 4/6, seca); argila; moderada a forte média e grande blocos subangulares; dura, friável, plástica, ligeiramente pegajosa.

Observações: - Presença recorrente de blocos na paisagem e misturados no perfil.

PERFIL Nº5: CAMBISSOLO HÁPLICO

Informações Gerais

PROJETO: Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem

PERFIL Nº: 5

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO

LOCALIZAÇÃO: Vila Feliz

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço inferior da encosta

LITOLOGIA: Gnaisse

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Belo Horizonte

RELEVO LOCAL: Suave Ondulado

EROSÃO: Voçoroca

DRENAGEM: Bem Drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta estacional semidecidual montana

USO ATUAL: Área urbana

Descrição Morfológica

- A 0 – 30 cm, cinza muito escuro (10YR 3/1, úmida) e bruno-acinzentado (10YR 5/2, seca); fraca média blocos subangulares; dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa; transição gradual.
- Bi 30 – 115 cm, bruno-amarelado (10YR 5/6, úmida) e bruno-amarelado-claro (10YR 6/4, seca); fraca média blocos subangulares; macia, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa; transição clara.
- C 115 – 275⁺ cm, amarelo-avermelhado (5YR 6/6, úmida) e vermelho-amarelado (5YR 5/8, seca); maciça; dura, muito friável, muito plástica, ligeiramente pegajosa.

Observações: - O horizonte A não foi coletado para análise micromorfológica.