

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - CAMPUS OURO PRETO
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

Ana Clara Rodrigues da Silva Santos

**SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL DOS ARQUIVOS FLUVIAIS NA BACIA
DO CÓRREGO DA CONTAGEM, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL
(MG)**

Ouro Preto

2026

ANA CLARA RODRIGUES DA SILVA SANTOS

**SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL DOS ARQUIVOS FLUVIAIS NA BACIA
DO CÓRREGO DA CONTAGEM, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL
(MG)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Campus Ouro Preto, como parte das exigências do Curso de Licenciatura em Geografia, para a obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Orientador: Alex de Carvalho
Coorientadora: Caroline Delpupo Souza

Ouro Preto

2026

S237s

Santos, Ana Clara Rodrigues da Silva.

Significado paleoambiental dos arquivos fluviais na Bacia do Córrego da Contagem, Serra do Espinhaço Meridional (MG) [manuscrito] / Ana Clara Rodrigues da Silva Santos. – 2026.

86 f. : il.

Orientador: Alex de Carvalho.

Coorientadora: Caroline Delpupo Souza

Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2026.

1. Ambientes Fluviais – Bacia do Córrego da Contagem (MG). 2. Sedimentologia Fluvial. 3. Depósitos Fluviais. I. Carvalho, Alex de. II. Souza, Caroline Delpupo. III. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 551.312.3(815.1)

Catálogo: Andresa Aredes Ferreira CRB-6/MG-003262/0



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Ouro Preto
Diretoria de Ensino
Docência de Área de Geografia
Rua Pandiá Calogeras, 898 - Bairro Bauxita - CEP 35400-000 - Ouro Preto - MG
- www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA CLARA RODRIGUES DOS SANTOS DA SILVA SANTOS

SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL DOS ARQUIVOS FLUVIAIS NA BACIA DO CÓRREGO DA CONTAGEM, SERRA DO ESPINHAÇO MERIDIONAL, MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de LICENCIATURA EM GEOGRAFIA, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Ouro Preto, como parte dos requisitos para a obtenção do título de LICENCIADA EM GEOGRAFIA.

Aprovado(a) em 12 de janeiro de 2026, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alex de Carvalho - IFMG *Campus* Ouro Preto - Orientador
Profa. Dra. Caroline Delpupo Souza - IFMG *Campus* Ouro Preto - Coorientadora
Profa. Dra. Elizene Veloso Ribeiro - IFMG *Campus* Ouro Preto
Prof. Dr. Diego Alves de Oliveira - IFMG *Campus* Ouro Preto
Prof. Dr. Fabrício Antônio Lopes - Professor de Geografia

Ouro Preto, 14 de janeiro de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Alex de Carvalho, Professor**, em 14/01/2026, às 08:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Diego Alves de Oliveira, Professor**, em 14/01/2026, às 10:19, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Caroline Delpupo Souza, Professora**, em 14/01/2026, às 12:45, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **FABRICIO ANTONIO LOPES, Usuário Externo**, em 14/01/2026, às 19:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Elizene Veloso Ribeiro, Professora**, em 20/01/2026, às 19:56, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2583244** e o código CRC **25442B2E**.

AGRADECIMENTOS

Que felicidade em me formar! A tão amada Geografia, obrigada por me fazer ver o mundo de uma forma melhor. Eu me encontro na Geomorfologia, nas Geociências que estudam aspectos naturais que o homem não é capaz de formar! Pesquisar e estar no Córrego da Contagem e na Serra do Espinhaço é fazer o que realmente me faz bem.

À toda CODAGEO, muito obrigada por todos os ensinamentos. Em especial ao meu orientador Alex e minha coorientadora Caroline, vocês me guiaram da melhor forma e fortaleceram ainda mais minha paixão pela área. Agradeço aos professores Pedro, Diego, Jairo e Cecília, pelas oportunidades. Ao GEOTA, meus agradecimentos pelo companheirismo, sem vocês eu não sairia tão realizada e cheia de sonhos. Que privilégio foi me encontrar na ciência ao lado de pessoas tão especiais! À turma “Vai viver ou tá com dó!?” tudo fica melhor e mais fácil ao lado de vocês. Gleizi, obrigada por ser minha dupla infalível e por dividir todos os momentos comigo, nossa amizade foi essencial. Ao IF, agradeço por ter sido minha segunda casa por anos, saio feliz e realizada.

Não poderia deixar de agradecer as pessoas que também foram essenciais nessa fase e que são em toda minha vida. Aos meus pais e a minha irmã por serem meu colo e exemplo maior de resiliência, dedicação e amor. Pai, sua responsabilidade e sua dedicação em tudo o que faz me inspiram todos os dias. Seu exemplo de força, honestidade e amor me motiva a ser uma pessoa melhor e a lutar pelos meus sonhos com o mesmo coração que você sempre demonstrou. Mãe, seu amor e sua sabedoria moldaram quem eu sou e me ensinam a seguir com coragem e bondade. Cada passo que dou carrega o reflexo da sua força, do seu cuidado e da mulher incrível que me inspira todos os dias. Duda, obrigada por acreditar tanto em mim! Você é o meu maior amor e tudo o que falta em mim, a gente se completa! Sem você nada disso seria realidade! Às minhas avós tenho que agradecer por tanta preocupação e benção. Não menos importante, à toda minha família e meus amigos, sou muito feliz por ter o apoio e o companheirismo de vocês.

Ao meu Deus, obrigada por ser meu guia! Estou pronta para ir em busca de mais um sonho!

Obrigada FAPEMIG e IFMG pelas bolsas de fomento que possibilitaram que fosse realizado os trabalhos de campo e análise de laboratório.

RESUMO

As bacias hidrográficas constituem unidades fundamentais para a análise integrada dos processos geomorfológicos e hidrológicos, especialmente em regiões montanhosas, onde o controle estrutural e a elevada energia dos fluxos condicionam a organização dos sistemas fluviais. Na Serra do Espinhaço Meridional, esses processos resultam em elevada diversidade de formas fluviais e padrões de erosão e sedimentação, ainda pouco estudados em pequenas bacias. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica geomorfológica e hidrogeomorfológica da bacia do Córrego da Contagem (MG), com ênfase na caracterização morfométrica, na identificação de níveis deposicionais fluviais e na avaliação da matéria orgânica nos depósitos fluviais. A metodologia envolveu revisão bibliográfica, análise morfométrica, mapeamento geomorfológico, trabalhos de campo e análises laboratoriais de carbono orgânico total. Os resultados indicam uma bacia sob forte controle estrutural, com canais predominantemente retilíneos, baixos índices de sinuosidade, predomínio de incisão vertical e elevada energia fluvial. Foram reconhecidos dois níveis deposicionais no alto curso e um terraço e uma planície fluvial no médio/baixo curso, evidenciando a influência dos níveis de base locais na organização longitudinal do vale. A morfometria revela ainda relevo moderadamente rugoso, com forte compartimentação altimétrica e potencial significativo para processos erosivos. Observou-se maior acúmulo de matéria orgânica nos depósitos fluviais mais recentes, associados a ambientes de menor energia e maior estabilidade geomorfológica. Conclui-se que os depósitos fluviais da bacia registram de forma consistente a evolução ambiental recente da Serra do Espinhaço Meridional.

Palavras-chave: Ambientes fluviais. Fundos de vale. Dinâmica sedimentar.

ABSTRACT

Watersheds constitute fundamental units for the integrated analysis of geomorphological and hydrological processes, especially in mountainous regions, where structural control and high flow energy strongly condition the organization of fluvial systems. In the Serra do Espinhaço Meridional, these processes result in a high diversity of fluvial landforms and erosion and sedimentation patterns, still poorly investigated in small catchments. In this context, this study aimed to analyze the geomorphological and hydrogeomorphological dynamics of the Córrego da Contagem watershed (Minas Gerais, Brazil), with emphasis on morphometric characterization, identification of fluvial depositional levels and evaluation of organic matter in fluvial deposits. The methodology included a literature review, morphometric analysis, geomorphological mapping, field surveys and laboratory analyses of total organic carbon. The results indicate a watershed under strong structural control, with predominantly straight channels, low sinuosity indices, predominance of vertical incision and high fluvial energy. Two depositional levels were identified in the upper course and one terrace and a floodplain in the middle/lower course, highlighting the influence of local base levels on the longitudinal organization of the valley. Morphometric parameters also reveal a moderately rugged relief, with strong altimetric compartmentalization and significant potential for erosive processes. Higher accumulation of organic matter was observed in the most recent fluvial deposits, associated with lower-energy environments and greater geomorphological stability. It is concluded that the fluvial deposits of the watershed consistently record the recent environmental evolution of the Serra do Espinhaço Meridional.

Keywords: Fluvial environments. Valley bottoms. Sedimentary dynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de Fundo de vale fluviais.....	16
Figura 2 - Ambiente fluvial	17
Figura 3 - Planície fluvial	19
Figura 4 - Terraços fluviais	20
Figura 5 - Barras fluviais	21
Figura 6 - Meandro abandonado.....	22
Figura 7 - Hierarquia fluvial definida por (a) Strahler (1952) e (b) Horton (1945)	25
Figura 8 - Localização da Serra do Espinhaço Meridional	32
Figura 9: Localização do Córrego da Contagem.....	34
Figura 10 - Geologia do Córrego da Contagem.	35
Figura 11 - Vegetação do Córrego da Contagem	36
Figura 12 - Modelo Digital de Elevação do Córrego da Contagem	37
Figura 13 - Fluxograma metodológico	38
Figura 14 - Primeiro trabalho de campo	40
Figura 15 - Perfil de solo 1 e seu relevo local. Em A o perfil aberto e em B a superfície do depósito.....	43
Figura 16 - Perfil de solo 2 (A) e seu relevo local (B).	44
Figura 17 - Procedimentos da Análise de Carbono Orgânico Total do solo, Mendonça e Matos (2017)	45
Figura 18 - Encostas íngremes na Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem.....	48
Figura 19 - Hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem	49
Figura 20 - Fundo de vale do Córrego da Contagem	56
Figura 21- Níveis de análise	58
Figura 22 - Nível 1 do Médio/baixo curso	59
Figura 23 - Perfil estratigráfico N1 - médio/baixo curso	60
Figura 24 - Raízes no N1	60
Figura 25 - Planície de Inundação	61
Figura 26 - Perfil estratigráfico PI - médio/baixo curso.....	62
Figura 27 - Tradagem 1	63
Figura 28 - Vegetação Cerrado aberto no T1	63
Figura 29 - Cupinzeiros no T1.....	64
Figura 30 - Relevo suave ondulado no T2.....	65

Figura 31 - N2 do alto curso.....	66
Figura 32 - Perfil estratigráfico N2 - alto curso.....	67
Figura 33 - N1 alto curso.....	68
Figura 34 - Perfil estratigráfico N1 - alto curso.....	69
Figura 35 - Gráfico dos resultados de matéria orgânica no Perfil 1.....	71
Figura 36 - Gráfico dos resultados de matéria orgânica no Perfil 2.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Córrego da Contagem.....	50
Tabela 2 - Resultados da quantificação de COT por perfil.	70

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	OBJETIVOS.....	12
2.1.	Objetivo geral.....	12
2.2.	Objetivos específicos.....	12
3.	JUSTIFICATIVA.....	13
4.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1.	Fundos de Vale e Ambientes Fluviais.....	15
4.2.	Níveis Depositionais Fluviais e Formas/Feições Associadas.....	18
4.3.	Matéria Orgânica em Sedimentos Fluviais.....	22
4.4.	Morfometria de Redes de Drenagem e Bacias Hidrográficas.....	24
4.5.	Controle Litológico e Estrutural.....	29
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
5.1.	Caracterização da área de estudo.....	31
5.2.	Procedimentos Metodológicos.....	37
5.2.1.	Etapas de análises iniciais.....	39
5.2.2.	Etapas de escritório.....	40
5.2.3.	Etapa de caracterização com validação e análise em campo.....	42
5.2.4.	Etapa em laboratório.....	42
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
6.1.	Análise morfológica e morfométrica.....	48
6.2.	Níveis deposicionais fluviais (mapeamento e caracterização).....	55
6.2.1.	Carbono Orgânico Total do Solo.....	69
6.3.	Gênese e evolução de níveis deposicionais fluviais ricos em matéria orgânica na bacia do Córrego da Contagem.....	74
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
	REFERÊNCIAS.....	80

1. INTRODUÇÃO

As feições geomorfológicas e condições ambientais podem ser compreendidas como o resultado das relações entre fatores como litologia, estrutura geológica, tectonismo, solos, clima e o uso e ocupação do solo (Christofoletti, 1981). A rede de drenagem é o principal elemento geomorfológico formador e modelador do relevo ao realizar processos exógenos na superfície terrestre como a erosão, transporte e deposição de partículas físicas e químicas provenientes das camadas superficiais (Perez-Filho *et al.*, 2006). Sendo assim, é de extrema importância estudar os cursos d'água em busca de compreender a geomorfologia de determinado local e as feições associadas a ela (Cunha, 2010).

Uma bacia hidrográfica é entendida como uma unidade espacial geograficamente definida pela organização da rede de drenagem e limitada pelos divisores de água, na qual cujos fluxos fluviais convergem para um canal principal, até que toda a concentração hídrica seja direcionada a um único ponto de saída Magalhães *et al.* (2020b). Dada a relevância desse elemento espacial, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criada a partir da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, define as bacias hidrográficas como unidades territoriais para análise, administração e manejo dos recursos hídricos (Brasil, 1997).

Nas partes mais baixas das bacias hidrográficas existem os fundos de vale, onde os sedimentos fluviais são depositados, essas áreas que podem estar em atual atividade ou não, sendo áreas fundamentais para entender as mudanças na dinâmica dos cursos d'água e sua geomorfologia local (Christofoletti, 1981). Caracterizar, analisar e identificar esses depósitos oferece informações cruciais sobre a evolução dos ambientes fluviais, a dinâmica dos sedimentos fluviais, as origens dos materiais sedimentares, as distâncias que esses sedimentos percorreram desde as encostas até o local de deposição, e o intervalo temporal entre a deposição e a atualidade (Augustin *et al.*, 2011).

Neste estudo, a área pesquisada é a Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem, localizada na porção oeste da bacia do Rio Paraúna, que, por sua vez, pertence à bacia do Rio das Velhas, inserida na região hidrográfica do Rio São Francisco (Pedreira, 2005). Localizada dentro do contexto geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional, região destacada pela sua importância geológica e ambiental com características topográficas que influenciam diretamente os padrões de drenagem da área (Carvalho *et al.*, 2023). A bacia encontra-se inteiramente dentro dos limites do município de Gouvêa, um local com grande relevância histórica no Brasil, marcado pela mineração principalmente durante o Período Colonial (Carvalho *et al.*, 2023).

O estudo dos processos fluviais em pequenas bacias hidrográficas como do Córrego da Contagem se faz de grande importância devido à sua influência direta na configuração do relevo, nos padrões de uso do solo e na sustentabilidade dos recursos hídricos locais (Abreu, 1995). A Serra do Espinhaço Meridional, onde está inserida a bacia em questão, é uma área de notável interesse científico, geológico e ambiental, dada sua diversidade de formações geomorfológicas e a interação complexa entre os processos tectônicos, litológicos e climáticos (Moreira, 2020). Além disso, a análise dos fundos de vale e ambientes marginais fluviais, em particular, pode contribuir para o entendimento de padrões de erosão e sedimentação, que são fundamentais para a preservação da qualidade da água e a mitigação de desastres naturais, como inundações e deslizamentos (Augustin *et al.*, 2011).

Dessa forma, ao investigar arquivos fluviais, suas possíveis relações com processos fluviais e suas implicações na configuração dos fundos de vale e ambientes marginais fluviais, o presente estudo busca contribuir para o preenchimento de lacunas científicas e fornecer subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do Córrego da Contagem.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar o significado genético dos arquivos deposicionais fluviais na bacia do Córrego da Contagem, localizado na Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais.

2.2. Objetivos específicos

Sob uma ótica mais específica, pretende-se:

- a) Caracterizar a bacia do Córrego da Contagem quanto aos aspectos morfológicos e morfométricos;
- b) Identificar e mapear as áreas suscetíveis à sedimentação fluvial no fundo de vale do Córrego da Contagem;
- c) Identificar, mapear e caracterizar dos arquivos deposicionais fluviais da área de estudo, bem como discutir seu significado genético;
- d) Caracterizar e quantificar a matéria orgânica presente nos depósitos investigados.

3. JUSTIFICATIVA

Este trabalho se justifica no contexto científico, porque tem potencial para contribuir para o entendimento da geomorfologia fluvial e da dinâmica dos cursos d'água em ambientes serranos de Minas Gerais. Nesse sentido, de acordo com Allan (1995), estudar geomorfologia fluvial fornece informações essenciais sobre mudanças ambientais passadas, possibilitando a compreensão da história da bacia hidrográfica e de eventos climáticos antigos. Esses estudos contribuem para o planejamento sustentável do uso da água e do solo, auxiliando na prevenção da degradação ambiental (Montgomery, 2007).

Nesse contexto, conforme destacam Naiman e Décamps (1997), o estudo dos rios e de seus fundos de vale permite o desenvolvimento de estratégias de conservação, garantindo tanto a integridade ecológica quanto a proteção dos habitats. A análise da dinâmica dos sedimentos e das características dos fundos de vale contribui tanto para a avaliação da sustentabilidade dos recursos hídricos locais quanto para a formulação de estratégias de conservação mais eficazes.

Estudos como o de Pereira (2018) reforça a relevância da avaliação ambiental dessas áreas, ampliando o entendimento sobre a dinâmica sedimentar e a morfologia fluvial. Dessa forma, ao considerar as interações entre os processos naturais e a ocupação do solo, torna-se possível implementar um manejo mais eficiente das bacias hidrográficas, assegurando simultaneamente a conservação ambiental e a integridade dos ambientes associados.

Na esfera social, este trabalho se mostra relevante porque as bacias hidrográficas são elementos fundamentais para a vida das comunidades locais (Lopes *et al.*, 2021). Desta forma, o conhecimento gerado sobre a dinâmica dos cursos d'água pode subsidiar políticas públicas externas para a gestão dos recursos hídricos e garantir o acesso à água potável promovendo a saúde e o bem-estar das populações que dependem desses recursos. Ademais, a valorização e a conservação dos ambientes fluviais podem fomentar tanto a conscientização quanto a participação ativa da comunidade em práticas de preservação, o que, por sua vez, contribui significativamente para o desenvolvimento sustentável da região.

O estudo da bacia do Córrego da Contagem pode contribuir com a ampliação do conhecimento acerca das interações entre fatores geológicos, pedológicos, climáticos e hidrológicos na Serra do Espinhaço Meridional. Além disso, como há uma grande quantidade de estudos sobre essa região serrana de Minas Gerais, este estudo também deve contribuir com o conjunto de estudos que abordam, de alguma forma, a complexidade ambiental da Serra do Espinhaço. Também é importante considerar que o estudo de pequenas bacias hidrográficas

nessa região contribui com o preenchimento de lacunas sobre fundos de vale, ambientes fluviais e evolução geomorfológica regional, sobretudo aspectos como os padrões de erosão e sedimentação que influenciam a paisagem local e paleoambientes (Oliveira, 2021).

O conhecimento mais aprofundado sobre as bacias hidrográficas do Espinhaço Meridional se torna ainda mais relevante ao observar a caracterização inicial da área de estudo. Devido à escala de mapeamento, a base de dados do IDE-SISEMA indicava a existência de Neossolo Litólico e afloramentos rochosos. Entretanto, com os trabalhos de campo realizados durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi possível constatar a presença de diversos tipos de solos, incluindo o Neossolo Quartzarênico, Neossolo Flúvico, Organossolo e, nas áreas mais elevadas da bacia, uma expressiva extensão de rocha exposta. Por fim, a bacia do Córrego da Contagem apresenta grande relevância econômica, uma vez que sua história está diretamente relacionada à exploração de recursos naturais, como os quartzitos, assim como ao desenvolvimento da agricultura local (Leão, 2012).

4. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura foi organizada em cinco tópicos que aprofundam a discussão sobre a dinâmica fluvial e suas implicações geomorfológicas. O primeiro aborda os fundos de vale e os ambientes fluviais, destacando seus conceitos e sua importância ecológica, hidrológica e geomorfológica. O segundo se concentra nos níveis deposicionais fluviais e nas formas associadas, como planícies de inundação, terraços e meandros abandonados, discutindo sua relevância para a compreensão da evolução das paisagens. O terceiro tópico analisa a presença e o papel da matéria orgânica em sedimentos fluviais, ressaltando sua influência na estabilidade das margens, na dinâmica hidrossedimentológica e na reconstrução de paleoambientes. O quarto discute a morfometria das redes de drenagem e das bacias hidrográficas, apresentando os principais parâmetros utilizados na interpretação da configuração espacial e da dinâmica hidrológica. Por fim, o quinto tópico trata do controle litológico e estrutural, enfatizando como a geologia condiciona os padrões de drenagem e a evolução das feições fluviais.

4.1. Fundos de Vale e Ambientes Fluviais

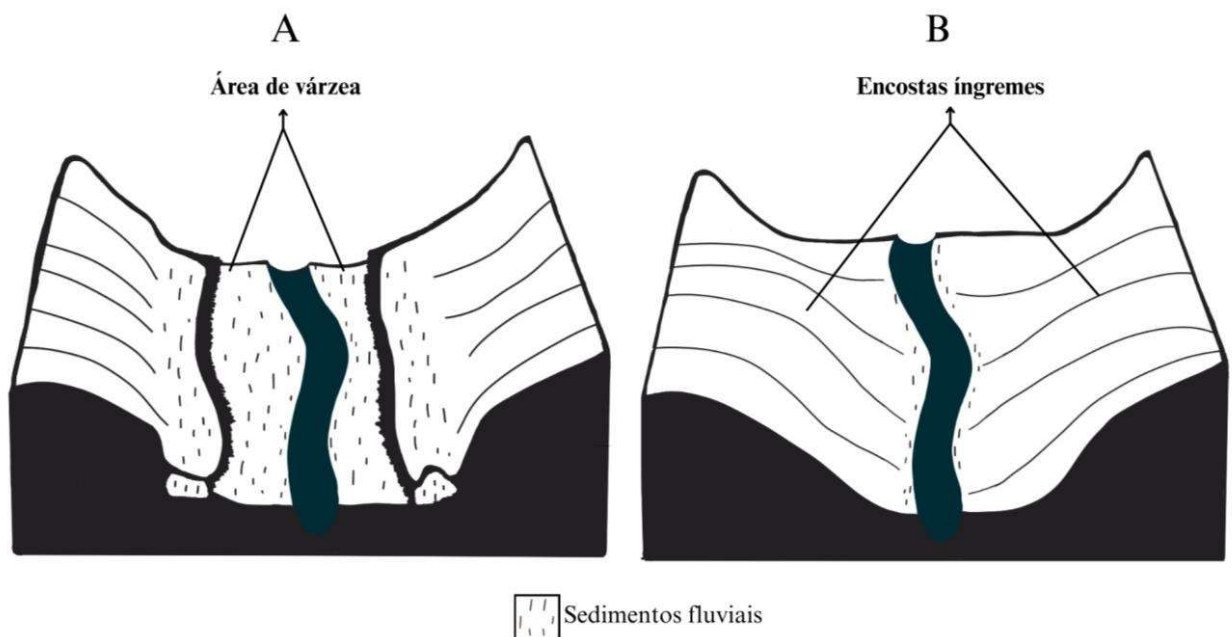
A Geomorfologia é a ciência que estuda o modelado do relevo da superfície terrestre, focando nas formas de relevo, nos agentes e processos que originam essas formas, além dos materiais formadores (Christofolletti, 1980). Dentro desse campo de estudo, a Geomorfologia é dividida em diversas áreas, cada uma com um foco específico, buscando entender como diferentes fatores influenciam a formação e evolução das paisagens terrestres (Coltrinari, 2000). Dentre essas subdivisões, destaca-se a Geomorfologia Fluvial, que corresponde ao estudo das interações entre formas e processos de canais fluviais em uma determinada escala espaço-temporal. Nesse contexto, é fundamental considerar a influência de eventos passados, os quais desempenham um papel significativo na configuração atual dos canais fluviais (Charlton, 2008).

Os fundos de vale são formações geomorfológicas situadas ao longo de cursos d'água, caracterizadas por serem áreas de acumulação de sedimentos e sujeitas às dinâmicas fluviais (Costa; Magalhães Júnior, 2015). Além disso, essas áreas desempenham um papel essencial na regulação dos fluxos hídricos, na recarga de lençóis freáticos e na preservação da biodiversidade (Pereira *et al.*, 2018). No âmbito da Geomorfologia Fluvial, os fundos de vale representam uma área de estudo de grande importância, pois neles ocorrem diversos processos naturais modeladores do relevo, tais como deslocamento da água nos canais, erosão, transporte

e sedimentação de materiais (Marçal; Lima, 2016). Dessa maneira, essas dinâmicas influenciam o sistema geomorfológico local e os sistemas antrópicos da região (Cordeiro, 2022).

Segundo Moretti (2000), existem dois tipos principais de fundo de vale, um deles é o de várzea (Figura 1a), que se caracteriza por ser uma área plana ou suavemente inclinada, onde ocorre o acúmulo de sedimentos trazidos pelas águas ao longo do tempo. Essas áreas, sazonalmente inundadas, são comuns durante os períodos de cheia e apresentam solos ricos em nutrientes, resultantes da deposição de materiais finos, como silte e argila (Moretti, 2000). O segundo tipo é o vale encaixado (Figura 1b), que apresenta uma forma profunda e estreita, com encostas íngremes e um leito de rio situado em uma posição baixa (Costa; Magalhães Júnior, 2015). Diferentemente do tipo anterior, esses vales possuem terrenos secos, sendo pouco sujeitos a enchentes naturais (Santos, 2008).

Figura 1 - Tipos de Fundo de vale fluviais

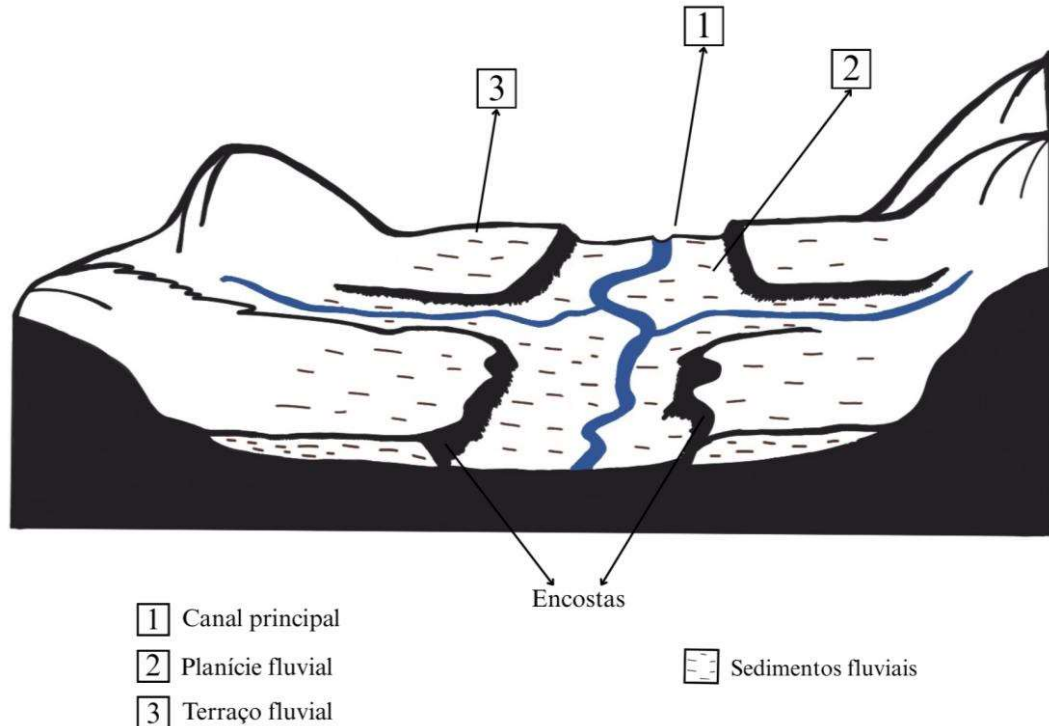


Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Ademais, os fundos de vale fazem parte dos ambientes fluviais que correspondem ao conjunto de processos, formas e depósitos associados aos rios (Costa; Magalhães Júnior, 2015). Nesses ambientes ocorre tanto o transporte quanto a deposição de sedimentos, em meio à dinâmica contínua das águas fluviais, configurando, assim, uma paisagem em constante transformação (Lavarini, 2011). Rocha (2010), por sua vez, destaca que a morfologia e a funcionalidade desse ambiente são determinadas especificamente pelo fluxo contínuo de água, o qual modela a topografia local e exerce influência significativa sobre os ecossistemas

circundantes. O ambiente fluvial compreende componentes específicos, como o canal principal, a planície de fluvial e os terraços fluviais (Figura 2).

Figura 2 - Ambiente fluvial



Fonte: Adaptado de Cunha e Guerra (1998).

O canal principal, por exemplo, é o setor onde ocorre o fluxo mais intenso de água, apresentando variações na profundidade e na velocidade conforme a vazão do rio, especialmente durante os períodos sazonais (Morais, 2010). Esses canais podem ser classificados de acordo com sua perenidade, ou seja, a continuidade do fluxo de água ao longo do ano, influenciando diretamente as características dos fundos de vale (Silva; Silva, 2016).

Segundo Pelech (2021), os rios podem ser categorizados em perenes, intermitentes e efêmeros. Os rios perenes apresentam fluxo contínuo de água ao longo de todo o ano, uma vez que recebem recarga constante por precipitação e/ou infiltração subterrânea (Pelech, 2021). Conseqüentemente, os fundos de vale associados a esses rios costumam ser mais estabilizados, com solos aluviais profundos e vegetação ripária bem desenvolvida (Costa; Magalhães Júnior, 2015). Por outro lado, os rios intermitentes têm fluxo sazonal, ou seja, ocorrem apenas em determinadas épocas do ano, geralmente durante a estação chuvosa (Silva; Silva, 2016).

Cordeiro (2022) destaca que durante a seca, seu leito pode permanecer seco ou apresentar pequenos corpos d'água isolados, o que impacta diretamente a vegetação e os solos da região. Por fim, os rios efêmeros são aqueles que só apresentam água imediatamente após

chuvas intensas, sendo comuns em regiões áridas e semiáridas. Assim, os fundos de vale desses rios são altamente instáveis e frequentemente sujeitos a processos erosivos severos, como ravinamentos e voçorocamentos (Cordeiro, 2022).

Em relação à planície fluvial, Magalhães *et al.* (2020a) definem-na como uma formação deposicional em constante transformação, localizada ao longo de um curso d'água. Essa planície se caracteriza por sua topografia predominantemente plana ou suavemente ondulada, sendo moldada por inundações recorrentes que depositam materiais aluviais não consolidados, contribuindo, assim, para sua estrutura e dinâmica (Baptista, 2020). Paralelamente, os terraços fluviais são formas de relevo que apresentam níveis antigos da planície de inundação, funcionando como evidências de leitos passados desativados devido a processos erosivos ou mudanças climáticas (Aderaldo *et al.*, 2020). Dessa maneira, esses terraços indicam modificações no fluxo de água e na deposição de sedimentos ao longo do tempo (Dias *et al.*, 2015).

Em síntese, os fundos de vale e os ambientes fluviais desempenham um papel crucial na manutenção dos ecossistemas aquáticos e terrestres, regulando o fluxo hídrico, proporcionando habitats para diversas espécies e influenciando diretamente a ocupação humana (Andrade, 2024). Assim, compreender esses sistemas é essencial para o manejo adequado dos recursos hídricos e para a conservação ambiental, garantindo o equilíbrio ecológico e a sustentabilidade das regiões fluviais (Pereira *et al.*, 2018).

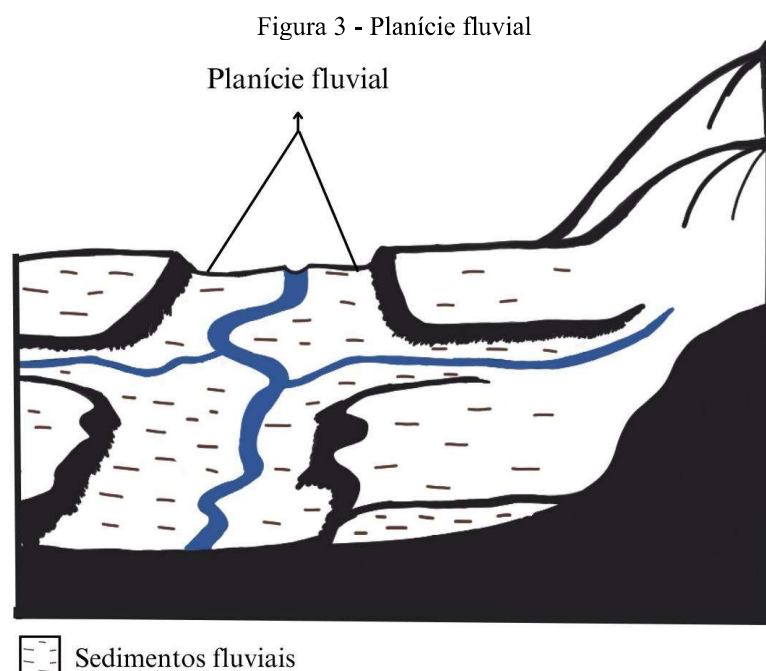
4.2. Níveis Depositionais Fluviais e Formas/Feições Associadas

O transporte de sedimentos em rios e a sua deposição são diretamente influenciados pela energia do fluxo, determinando, assim, as feições e formas fluviais formadas ao longo do tempo. Leli *et al.* (2010) determinam que essa energia é a responsável por definir se um rio irá erodir suas margens, transportar ou depositar sedimentos. Consequentemente, o transporte pode ocorrer de três formas principais: (1) carga de fundo, que se constitui no movimento de partículas maiores que rolam ou deslizam ao longo do leito do rio; (2) carga em saltação, cujo movimento das partículas é momentaneamente levantado do fundo, realizando trajetórias parabólicas; e (3) carga suspensa, em que as partículas finas são mantidas em suspensão pela turbulência do fluxo (Faria, 2014). Além disso, como mencionado por Santos e Stevaux (2017), em rios de alta energia predominam processos erosivos, com transporte de partículas maiores, como cascalhos e areias. Por outro lado, em rios de baixa energia, ocorre a deposição de sedimentos finos, como silte e argila (Santos; Stevaux, 2017).

Os níveis deposicionais fluviais são definidos como as superfícies ou camadas de sedimentos formadas pela dinâmica de rios em diferentes períodos (Peixoto; Heilbron, 2006). Conforme Christofolletti (1981), os níveis deposicionais representam momentos específicos na evolução do sistema fluvial, marcados por processos de transporte, deposição e erosão, os quais estão diretamente associados às condições ambientais, climáticas e tectônicas.

De acordo com Miall (2014), a análise desses níveis permite interpretar as interações entre o rio e o seu entorno, fornecendo informações importantes sobre a história geológica e a evolução da paisagem, além de oferecer evidências diretas das condições hidrológicas e climáticas de diferentes épocas. Como destaca Guerra e Cunha (2010), as formas e feições deposicionais fluviais estão diretamente ligadas a essa dinâmica de transporte e deposição de sedimentos, de acordo com condições temporais relacionadas ao clima, à Geologia e à Geomorfologia. Entre as principais feições associadas, encontram-se as planícies de inundação, os terraços fluviais, as barras fluviais e os meandros abandonados (Guerra; Cunha, 2010).

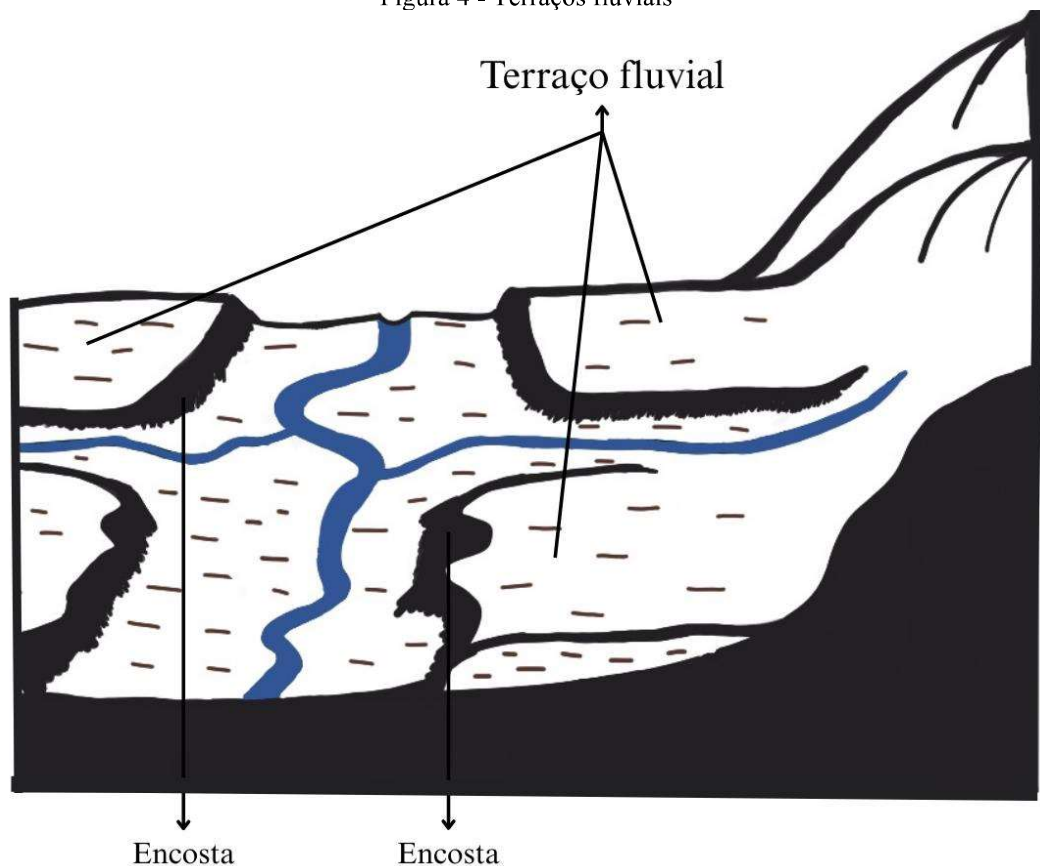
A planície de inundação ou planície fluvial corresponde à área marginal ao canal fluvial que recebe sedimentos transportados pelo rio durante os períodos de cheia quando inundadas (Figura 3), sendo composta por depósitos finos, como siltes e argilas, que se acumulam em função da redução da velocidade da água (Baptista, 2020). É uma área de topografia suavizada ou relativamente plana com sedimentos aluviais inconsolidados, por decorrência de sua deposição e atividade recente (Charlton, 2008).



Fonte: Adaptado de Cunha e Guerra (1998).

De acordo com Magalhães Jr. e Barros (2020a), os terraços fluviais são formas deposicionais inativas (Figura 4), cuja formação e posterior abandono envolvem diversos fatores, como aspectos hidrológicos, tectônicos, biológicos, climáticos e também relacionados ao uso e à ocupação da terra. A origem dos terraços está relacionada ao abandono de uma planície fluvial em decorrência da incisão fluvial, podendo ocorrer tanto sobre outras formas deposicionais e sedimentos previamente acumulados quanto sobre o embasamento rochoso (Andrade *et. al.*, 2024). Pazzaglia (2022), afirma que essa feição possui uma topografia plana ou levemente ondulada até uma escarpa, podendo se posicionar bem acima do nível d'água, o que depende da profundidade de incisão do canal.

Figura 4 - Terraços fluviais

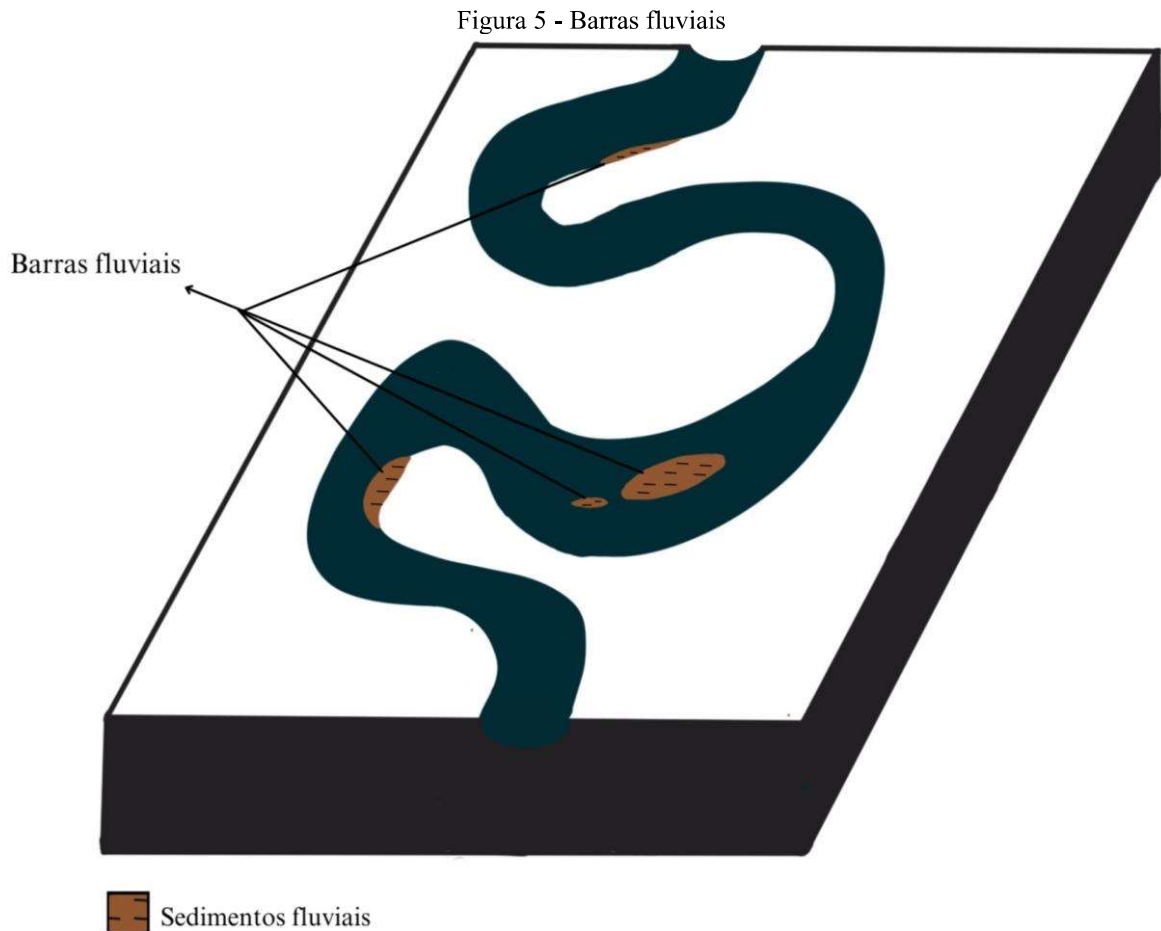


 Sedimentos fluviais

Fonte: Adaptado de Cunha e Guerra (1998).

Nos fundos de vale, as barras fluviais são depósitos sedimentares que ocorrem no interior ou ao longo das margens do canal, sendo que sua formação está diretamente ligada à diminuição da capacidade de transporte do rio (Figura 5) (Santos, 2010). Entre os tipos mais

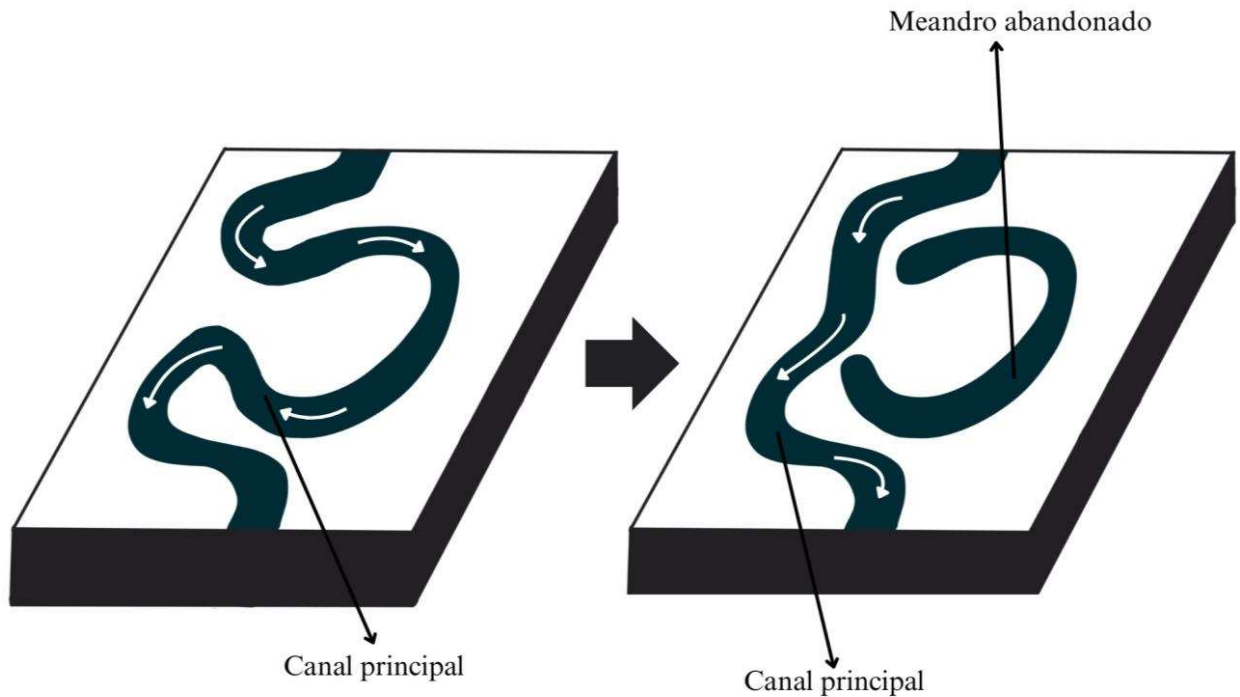
comuns, destacam-se as barras longitudinais, que são alongadas no sentido do fluxo e comuns em rios entrelaçados, e as barras transversais, formadas perpendicularmente ao fluxo e típicas de rios meandrantos (Souza Filho; Rigon, 2012).



Fonte: Elaboração própria (2026).

Como apresenta Christofolletti (1981), os meandros abandonados são porções do antigo traçado do rio que foram isoladas devido a mudanças no curso do fluxo. Essa feição é resultado da típica dinâmica fluvial, formada quando uma curva do rio é cortada (*cut-off*) e se desconecta do canal principal (Oliveira, 2012). Esse processo ocorre porque, à medida que o meandro se acentua, o fluxo da água tende a buscar o caminho mais curto e rápido, especialmente durante eventos de cheia, rompendo o istmo da curva e criando um canal mais reto (Figura 6) (Christofolletti, 1981). Assim, o antigo trajeto curvado deixa de receber água corrente, permanecendo como um corpo d'água em forma de ferradura, que com o tempo pode evoluir para lagoa, brejo ou ser gradualmente preenchido por sedimentos (Oliveira, 2012).

Figura 6 - Meandro abandonado



Fonte: Elaboração própria (2026).

No entanto, a compreensão dessas formas deposicionais permite interpretar a evolução dos sistemas fluviais, guardando testemunhos de dinâmicas de deposição anteriores e sua interação com fatores ambientais e tectônicos ao longo do tempo (Magalhães Jr.; Barros, 2020a). Desse modo, o estudo dessas feições deposicionais é essencial para a análise da dinâmica fluvial e suas implicações tanto para o meio físico quanto para as atividades humanas, permitindo o planejamento adequado do uso do solo e a mitigação de impactos ambientais em áreas de influência fluvial.

4.3. Matéria Orgânica em Sedimentos Fluviais

A matéria orgânica presente em sedimentos e solos fluviais é um componente essencial para compreender a dinâmica geomorfológica e biogeoquímica de uma bacia hidrográfica (Rodrigues *et al.*, 2012). Essa matéria orgânica, composta principalmente por restos vegetais, microrganismos mortos e substâncias húmicas, desempenha um papel crucial na estruturação do solo, na estabilidade das margens, no funcionamento ecológico das planícies de inundação e na compreensão histórica da bacia hidrográfica (Medeiros *et al.*, 2012).

De acordo com Medeiros (2012), do ponto de vista hidrológico, a matéria orgânica exerce papel fundamental na retenção de umidade nos solos fluviais, influenciando diretamente

os fluxos de água e a resposta da bacia hidrográfica a eventos extremos, como cheias e estiagens. Solos com alto teor de matéria orgânica possuem maior capacidade de retenção hídrica, favorecendo a infiltração e o armazenamento de água no perfil do solo, o que contribui para a recarga de aquíferos e a manutenção do fluxo base dos cursos d'água em períodos secos (Rodrigues *et al.*, 2012). Esse efeito atua como um regulador natural do regime hidrológico, reduzindo a intensidade das enxurradas e amenizando os impactos de secas prolongadas, além de colaborar com a estabilidade geomorfológica das margens (Medeiros *et al.*, 2012).

Ademais, Mello (2016) afirma que os solos ricos em matéria orgânica nas margens fluviais são formados, em grande parte, a partir da interação entre os processos hidrossedimentológicos e a cobertura vegetal. A deposição de sedimentos finos durante os eventos de cheia favorece a acumulação de material orgânico, especialmente em áreas de baixa energia como as planícies aluviais (Mello *et al.*, 2016).

A concentração de matéria orgânica nos sedimentos fluviais também tem implicações diretas na estabilidade das margens (Souza *et al.*, 2015). Solos ricos em carbono orgânico tendem a apresentar maior agregação e coesão, o que pode reduzir a erosão marginal e contribuir para a morfodinâmica dos canais (Souza *et al.*, 2015). A origem da matéria orgânica nesses ambientes é predominantemente alóctone, ou seja, proveniente da vegetação terrestre que recobre a bacia hidrográfica, sendo transportada e depositada nos sedimentos por meio das cheias e enxurradas, no entanto, também há contribuição autóctone, especialmente em áreas de águas mais calmas, onde ocorre produção primária aquática, como nas várzeas e nas margens de rios meandantes (Santos; Faria, 2018).

Santos (2013) afirma que em ambientes com solos orgânicos nas margens, como observado em muitos sistemas fluviais tropicais, a formação de Gleissolos e Organossolos é comum. Esses solos caracterizam-se por alta saturação hídrica, presença constante de matéria orgânica em diferentes graus de decomposição e condições de redução química, o que pode indicar paleoambientes com dinâmica fluvial antiga, associada a meandros abandonados ou planícies de inundação estabilizadas (Santos *et al.*, 2013). Portanto, o estudo da matéria orgânica em solos fluviais não apenas fornece informações sobre os processos atuais, mas também é fundamental para reconstruções paleoambientais e para a compreensão da evolução da paisagem fluvial ao longo do tempo (Souza; Nogueira, 2020).

4.4. Morfometria de Redes de Drenagem e Bacias Hidrográficas

Segundo Machado e Torres (2012), uma bacia hidrográfica é uma área constituída pelo conjunto de superfícies terrestres que, através de canais e tributários, drenam água da chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal. Trata-se de um processo composto por interações entre o clima, a geologia, a geomorfologia, os solos, as vegetações e as atividades antrópicas. Desta forma, os canais fluviais são os principais agentes modeladores do relevo, visto que os processos de erosão e sedimentação atuam de forma significativa na superfície (Cherem *et al.*, 2020).

Horton (1945) deu início às análises morfométricas de bacias hidrográficas na Geomorfologia, em busca de compreender sua configuração e evolução e, também, entender as redes de drenagem constituintes na bacia. Ele apresentou as leis principais da composição da drenagem, novos parâmetros e novas interpretações, a fim de entender o arranjo dos elementos que as compõem.

De acordo com Christofolletti (1999), a morfometria ou análise morfométrica de bacias hidrográficas é um estudo quantitativo da configuração e interação dos elementos contribuintes na área e as características físicas da superfície que, relacionados, determinam sua configuração espacial. Ademais, a análise morfométrica em bacias hidrográficas esclarece várias questões geomorfológicas da área, como a compreensão da dinâmica hidrológica, avaliação de vulnerabilidade e avaliação do comportamento fluvial (Costa; Leite, 2023). Portanto, os resultados dos cálculos obtidos através dessa análise, devem ser interpretados em conjunto aos estudos geomorfológicos qualitativos e observações de campo (Santos, 2012).

Os parâmetros morfométricos são gerados a partir da correlação entre atributos e o relevo da bacia hidrográfica em análise, sendo eles: área da bacia, perímetro da bacia, comprimento da bacia, comprimento dos canais fluviais, comprimento do vale, número de canais fluviais, declividade da bacia, declividade dos canais e altimetria da configuração da bacia (Cherem, 2008). Estes parâmetros são diferenciados em três classes: os lineares, os zonais e os hipsométricos (Cherem *et al.*, 2020).

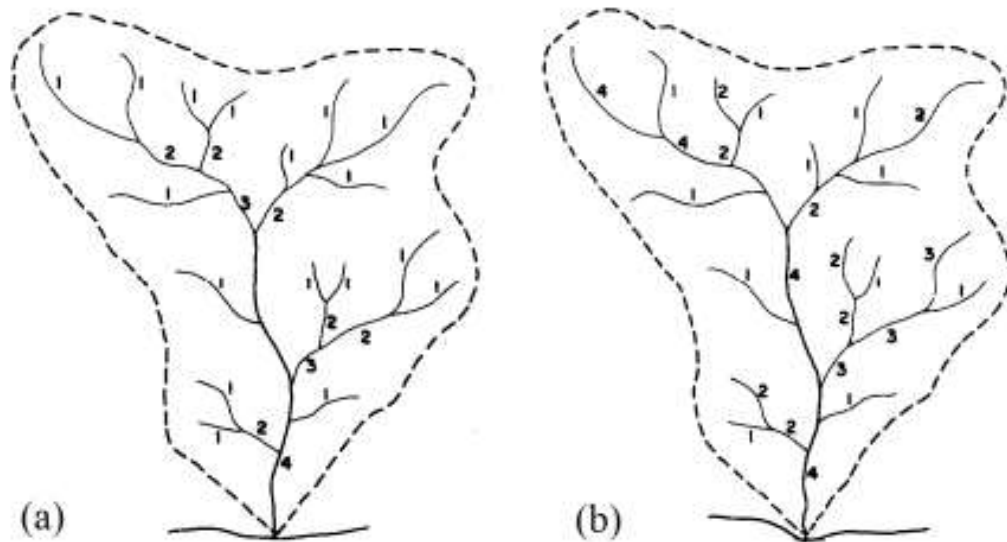
Conforme Christofolletti (1980), os **parâmetros lineares** estão associados à rede de drenagem e seu arranjo espacial dentro da bacia. Diante disso, calcula-se a rede de drenagem através do seu comprimento, número, hierarquia e relação entre eles, dados por (Cherem *et al.*, 2020):

a) **Hierarquia fluvial:** refere-se à classificação ordenada dos cursos d'água em uma bacia hidrográfica. Há duas formas de organizar a rede de drenagem: a primeira (Figura 7a), de

Strahler (1952), explica que canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários, ou seja, são canais localizados nas cabeceiras da drenagem; já os canais de segunda ordem são formados pela junção de dois canais de primeira ordem, e o processo continua dessa forma para ordens superiores (Cherem, 2008). Vale destacar que a confluência com canais de ordem hierárquica menor não modifica a classificação da rede (Cherem, 2008).

A segunda forma de hierarquização (Figura 7b) proposta por Horton (1945), também define os canais de primeira ordem como aqueles que não possuem tributários, ou seja, correspondem aos canais localizados nas cabeceiras da drenagem (Costa; Leite, 2020). No entanto, nem todas as cabeceiras são consideradas canais de primeira ordem, pois os canais de ordens superiores se estendem até a cabeceira de maior comprimento (Christofoletti, 1980).

Figura 7 - Hierarquia fluvial definida por (a) Strahler (1952) e (b) Horton (1945)



Fonte: Christofoletti (1980).

b) **Relação de bifurcação:** proporção entre o número total de canais de uma determinada ordem e o número total de canais da ordem imediatamente superior, em uma mesma bacia hidrográfica, esses valores devem ser constantes e nunca inferiores a 2 (Equação 1) (Horton, 1945; Strahler 1952). O índice de relação de bifurcação está associado ao comportamento hidrológicos dos solos, uma vez que é o resultado maior para solos mais permeáveis e resultados menores para solos menos permeáveis, ou seja, relacionado com o controle estrutural (Costa; Leite, 2023).

$$R_b = \frac{N_W}{N_{W+1}}, \quad (1)$$

Sendo:

N_W : número total de canais de determinada ordem;

N_{W+1} : número total de canais de ordem imediatamente superior.

c) **Relação entre os gradientes dos canais:** esse parâmetro permite a análise da regularidade da inclinação dos canais por ordem em determinada bacia, podendo ser usado para correlacionar o nível de regularidade entre bacias vizinhas (Cherem, 2008). Parâmetro este que possibilita a identificação do grau de normalidade de uma dada bacia hidrográfica, correlacionando a inclinação média dos canais de uma determinada ordem com a inclinação dos canais da ordem imediatamente superior (Equação 2) (Christofolletti, 1980).

$$R_{gc} = \frac{G_{cu}}{G_{cu+1}}, \quad (2)$$

Sendo:

G_{cu} : declividade média dos canais de determinada ordem;

G_{cu+1} : declividade média dos canais de ordem imediatamente superior.

d) **Índice de sinuosidade dos canais:** parâmetro capaz de representar a influência da carga sedimentar, a compartimentação litológica e estrutural (Equação 3) (Horton, 1945). Os resultados que os valores são próximos a 1 indicam elevado controle estrutural ou alta energia e valores acima de 2 indicam baixa energia, sendo os valores intermediários relativos a formas transicionais entre canais retilíneos e meandrantos (Cherem *et al.*, 2020).

$$I_s = \frac{L}{d_v}, \quad (3)$$

Sendo:

L : comprimento do canal principal;

d_v : distância vetorial entre os pontos extremos do canal.

Os **parâmetros zonais** tratam dos atributos da rede de drenagem e das áreas não hidrográficas do relevo, sendo dada por:

a) **Coefficiente de compacidade:** quanto mais o resultado desse parâmetro for próximo a 1 mais a forma da bacia é circular (Christofolletti, 1980). Dado pela fórmula (Equação 4):

$$Kc = \frac{0,282xP}{\sqrt{A}}, \quad (4)$$

Sendo:

P : perímetro;

A: área.

b) **Fator de forma, coeficiente de forma ou índice de conformação:** valores desse parâmetro que são aproximados ou maiores que 1 mostram que a bacia hidrográfica é mais arredondada, já resultados menores que 1 indicam que elas são estreitas e alongadas (Cherem *et al.*, 2020).

Dado pela equação 5:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (5)$$

Sendo:

A: área;

L: comprimento do curso de água mais longo, desde a seção de referência até a cabeceira.

c) **Índice de circularidade:** esse índice foi proposto por Miller em 1953 e seu resultado indica se uma bacia mais alongada – com índice abaixo de 0,51 – favorece o escoamento e a bacia é mais circular e tem escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias em caso de valores acima de 0,51 (Christofoletti, 1980). Parâmetro calculado pela equação 6:

$$Ic = \frac{A}{Ac} \quad (6)$$

Sendo:

A: área;

Ac: área de um círculo que tenha um perímetro idêntico ao da bacia em análise.

d) **Densidade hídrica:** relação entre o número de cursos fluviais e a área da bacia (Equação 7) (Horton, 1945). No entanto, este parâmetro expressa quantos canais existem em cada quilômetro quadrado, que, relaciona diretamente com o grau de escoamento superficial (Feltran Filho, 2007).

$$Dh = \frac{N}{A} \quad (7)$$

Sendo:

N: número de rios;

A: área.

e) **Densidade de drenagem:** parâmetro que estabelece a relação entre o comprimento total ou ordem hierárquica dos canais de drenagem e a área de drenagem

(Christofoletti, 1969). Esse dado representa o comportamento hidrológico definido pela litologia e estrutura geológica, imprimindo a capacidade de infiltração e de formação de canais superficiais (Christofoletti, 1970). Ademais, a densidade de drenagem pode ser um indicativo da erodibilidade do relevo, no entanto, trata-se de um indicador da eficiência de drenagem (Milani; Canali, 2000). Parâmetro dado pela fórmula (Equação 8):

$$Dd = \frac{L_t}{A} \quad (8)$$

Sendo:

L_t : comprimento total dos canais;

A: área.

f) **Relação entre as áreas das bacias:** relação o tamanho médio das bacias para cada um dos canais de uma determinada ordem e as bacias de ordem sucessivamente inferior (Equação 9) (Schumm, 1956).

$$Ra = \frac{A_u}{A_{u-1}} \quad (9)$$

Sendo:

A_u : área média das bacias de determinada ordem;

A_{u-1} : área média das bacias de ordem imediatamente inferior.

g) **Coefficiente de manutenção:** cálculo da área necessária para a formação de um canal com fluxo perene (Cherem, 2008). Esse parâmetro é dado por (Equação 10):

$$Cm = \frac{1}{Dd} \times 1.000 \quad (10)$$

Sendo:

Dd: Densidade de drenagem.

Cherem *et al.*, (2020) apresentam que os **parâmetros hipsométricos** correlacionam a variação altimétrica à área e a rede de drenagem de uma mesma bacia, sendo calculados parâmetros por:

a) **Índice de rugosidade:** de acordo com Strahler (1958), este parâmetro reflete um valor adicional que representa características da inclinação e do comprimento das encostas, equilibrando a amplitude altimétrica com a densidade de drenagem. Dado por (Equação 11):

$$Ir = H \times Dd \quad (11)$$

Sendo:

H: Amplitude altimétrica;

Dd: Densidade de drenagem.

b) **Declividade média:** reflete a força e a intensidade com que os processos morfogenéticos atuam, incluindo a dinâmica dos fluxos superficiais concentrados e difusos nas encostas, quando relacionada à inclinação máxima, permite comparações entre a energia máxima e média dentro das bacias hidrográficas (Cherem *et al.*, 2020).

Vale salientar que, a análise morfométrica também pode ser realizada por meio da comparação entre duas ou mais bacias, em que, a metodologia mais comum envolve a criação de agrupamentos com base no comportamento de seus parâmetros morfométricos (Cherem *et al.*, 2020). Resultando em um gráfico de conglomerados, que são formados de acordo com o grau de semelhança estatística entre as bacias (Christofoletti, 1970).

4.5. Controle Litológico e Estrutural

A interação entre litologia e estrutura geológica é essencial para compreender a evolução das bacias hidrográficas, enquanto a litologia define a resistência do substrato e os processos erosivos, a estrutura geológica direciona a organização espacial da drenagem e a dinâmica do relevo (Lima, 2021). A litologia, que se refere à composição e às propriedades físicas das rochas, exerce um papel fundamental na configuração da rede hidrográfica (Cordeiro *et al.*, 2014). Por exemplo, as resistências das rochas, como quartzitos e basaltos, que tendem a formar vales encaixados e canais retilíneos, enquanto rochas menos resistentes, como folhelhos e argilitos, favorecem o desenvolvimento de padrões dendríticos e vales mais abertos (Christofoletti, 1980).

Ademais, existe uma relação importante entre a litologia e a erosão, visto que o processo erosivo atua de forma diferente de acordo com a resistência da rocha (Cassetti, 2005). Uma vez que, em rochas menos resistentes os agentes erosivos vão executar esse processo de maneira mais rápida, contudo em rochas mais resistentes a erosão vai atuar de forma mais lenta, isso explica parte da formação de diferentes feições como, em alguns casos, cachoeiras, corredeiras e meandros, que refletem a interação entre os processos fluviais e as características do substrato rochoso (Bigarella, 2003). Além disso, Strahler (1952) afirma que bacias hidrográficas em rochas homogêneas apresentam padrões de drenagem mais regulares,

enquanto aquelas em rochas heterogêneas exibem maior complexidade na organização hidrográfica.

O controle estrutural, por sua vez, está relacionado às feições tectônicas e deformacionais que orientam a disposição dos rios e a morfologia da bacia (Hobbs, 1904). As falhas, os dobramentos e os lineamentos estruturais frequentemente determinam padrões de drenagem específicos, como os treliçados, anelares ou retangulares (Ab'Saber, 1969). Os rios tendem a seguir zonas de fraqueza crustal, como falhas e juntas, evidenciando a influência da estrutura geológica na organização da rede hidrográfica (Hobbs, 1904).

Bem como a tectônica recente, que desempenha um papel crucial nessa configuração, pois movimentos crustais podem alterar o gradiente fluvial, induzir capturas ou reorientar cursos d'água (Tricart, 1977). Em áreas tectonicamente ativas, como riftes continentais, os padrões de drenagem são influenciados por falhas normais, resultando em vales assimétricos e traçados fluviais controlados por lineamentos estruturais (Guerra, 2006). Por fim, Hack (1973) destaca que ajustes na rede de drenagem são frequentemente condicionados por estruturas geológicas pré-existentes, enquanto Schumm (1985) introduz o conceito de "ajuste geomorfológico", no qual a drenagem se adapta às estruturas em diferentes escalas temporais.

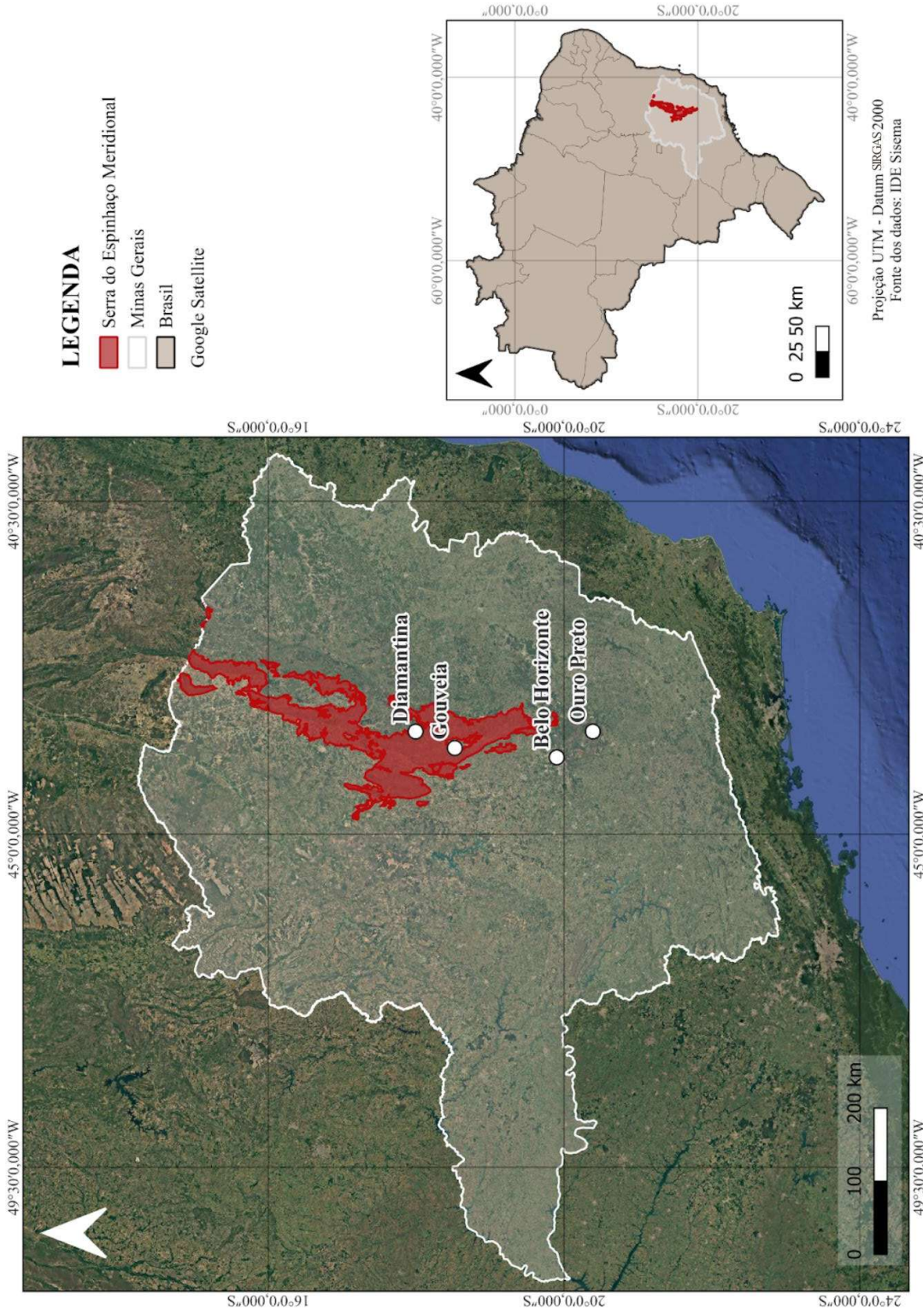
5. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho foi organizada em dois grandes blocos. O primeiro corresponde à caracterização da área de estudo, que reúne as principais informações físicas, ambientais e geomorfológicas necessárias para contextualizar a Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem. O segundo refere-se aos procedimentos metodológicos, estruturados em quatro etapas complementares: análise inicial, voltada à revisão bibliográfica, metodológica e ao levantamento preliminar de dados cartográficos e espaciais; etapas de escritório, que compreenderam a organização cartográfica, a análise morfológica e morfométrica da bacia e a identificação e o mapeamento dos fundos de vale e arquivos deposicionais fluviais; etapa de caracterização com validação e análise em campo, responsável pela observação direta, validação dos mapeamentos, descrição das feições fluviais e coleta de amostras; e, por fim, a etapa em laboratório, destinada à determinação do carbono orgânico total do solo.

5.1. Caracterização da área de estudo

A Cadeia do Espinhaço é um importante divisor de águas no Sudeste brasileiro, separando três grandes bacias hidrográficas: a do Rio São Francisco (a oeste), a do Rio Doce (a leste) e a do Rio Jequitinhonha (também a leste) (Fraga *et al.*, 2005). Essa cadeia montanhosa apresenta duas porções distintas: a porção norte, que compreende a Chapada Diamantina, localizada na Bahia, e a porção sul, situada em Minas Gerais (Figura 8) (Abreu, 1995). A Serra do Espinhaço, no território mineiro, pode ser dividida em Serra do Espinhaço Meridional e Serra do Espinhaço Setentrional (Knauer, 2007).

Figura 8 - Localização da Serra do Espinhaço Meridional



Fonte: Elaboração própria (2026).

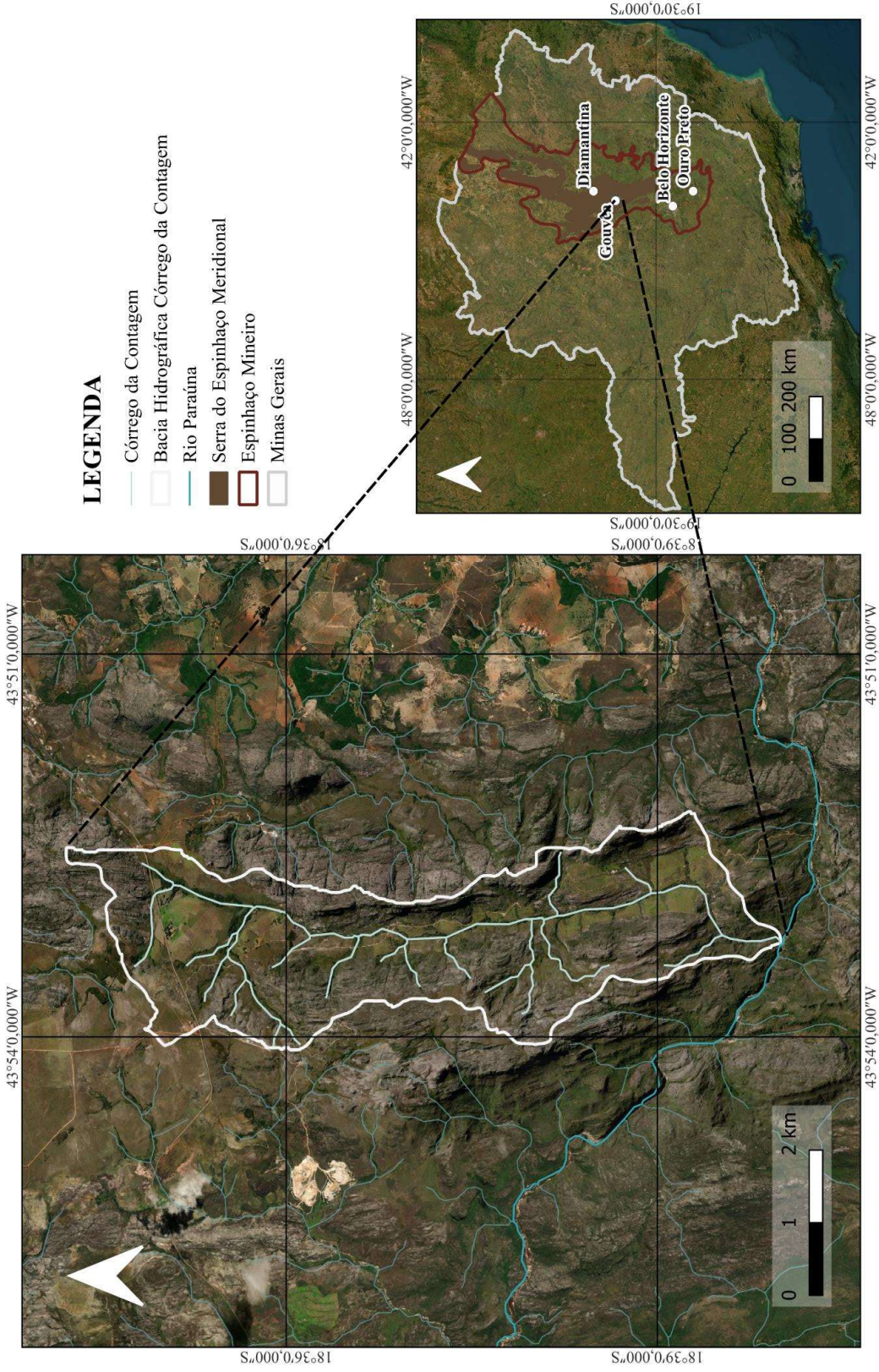
Situada na porção central do estado de Minas Gerais, a Serra do Espinhaço Meridional (SdEM) representa uma faixa orogênica (Almeida, 1977). A Cordilheira do Espinhaço originou-se há cerca de 580 milhões de anos (Ma) durante o Evento Brasileiro, no final do Neoproterozóico, e, como resultado da evolução do relevo, encontra-se atualmente a SdEM, localizada na porção sudeste do Cráton do São Francisco, onde a nordeste se une à Faixa Araçuaí (Almeida, 1977; Augustin *et al.*, 2011). Com uma altitude média de 1.250 metros, a SdEM estende-se por aproximadamente 300 km no sentido norte-sul, desde o Quadrilátero Ferrífero (Serra do Ouro Branco) até a região do município de Olhos d'Água (Fraga *et al.*, 2005). Em termos de localização, encontra-se entre as coordenadas $-18^{\circ}43'23''\text{S}$, $-44^{\circ}14'42''\text{W}$ e $17^{\circ}21'22''\text{S}$, $-43^{\circ}10'25''\text{W}$, abrangendo toda a área do orógeno localizada ao sul do paralelo 17° Sul (Abreu, 1995).

A SdEM é composta por litologias do Supergrupo Espinhaço, que é predominantemente composta por rochas quartzíticas, que, juntamente com suas características estruturais, conferem um arranjo arqueado e topograficamente elevado ao orógeno (Alkmim *et al.*, 2007). Em menor proporção, ocorrem também rochas filíticas, conglomeráticas e vulcânicas, de natureza tanto básica quanto ácida (Abreu, 1995).

O sistema pedológico da SdEM é predominantemente arenoso e raso, devido ao material de origem (Benites *et al.*, 2007). É frequente a presença de afloramentos rochosos, sendo circundado de Neossolos Litólicos, Quartzarênicos e Organossolos Mésicos (Silva, 2005). Em depressões planas, encontra-se os organossolos, onde condições como alta umidade, acidez e anaerobiose favorecem a formação de turfeiras, importantes na regulação hídrica e estoque de carbono (Silva *et al.*, 2008; Horák *et al.*, 2011). Em áreas úmidas predominam Gleissolos e Neossolos Flúvicos, com vegetação adaptada ao excesso hídrico, já os Nitossolos, Argissolos e Latossolos, proporcionam a pastagens e áreas de floresta estacional e cerrado (Silva, 2005).

Inserida na Serra do Espinhaço Meridional, a área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do Córrego da Contagem (Figura 9). Ela está localizada na porção oeste da bacia do Rio Paraúna, que, por sua vez, pertence à bacia do Rio das Velhas, inserida na região hidrográfica do rio São Francisco (Pedreira, 2005). O Córrego da Contagem localiza-se no município de Gouvêa (Minas Gerais), totalmente entre as coordenadas geográficas $43^{\circ} 52' 10,39'' \text{ O}$ $18^{\circ} 34' 11,03'' \text{ S}$ e $43^{\circ} 54' 8,37'' \text{ O}$ $18^{\circ} 39' 59,25'' \text{ S}$, situado a aproximadamente 1.160 metros de altitude.

Figura 9: Localização do Córrego da Contagem

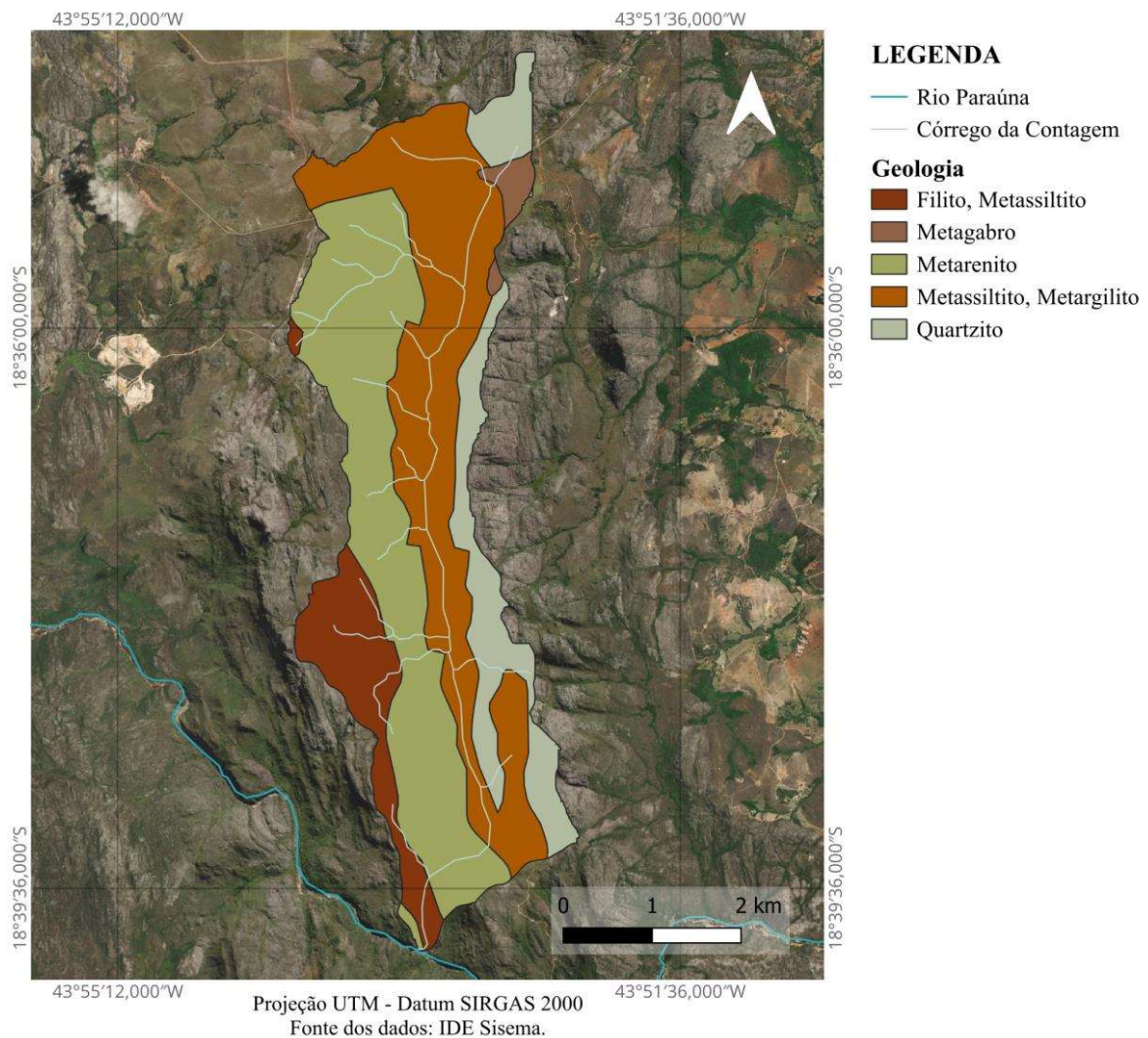


Projeção UTM - Datum SIRGAS 2000 Fonte dos dados: IBGE, IDE Sísema.

Fonte: Elaboração própria (2026).

Desde o século XIX, essa região sofre por interferências antrópicas, especialmente relacionadas à mineração de rochas e minerais, como o diamante e o quartzito (Martins, 2014). Sua geologia (Figura 10) é predominantemente composta por rochas metamórficas de material arenoso, como os quartzitos e o metarenitos, rochas essas que caracterizam a paisagem da Serra do Espinhaço Meridional e a presença dessa litologia resistente influencia diretamente a dinâmica dos processos erosivos e a morfologia fluvial (Cota *et al.*, 2018). Já os Filitos, Metassiltito e Metargilito, por exemplo, são as rochas que compõem a parte central da bacia, onde o córrego principal se encaixa.

Figura 10 - Geologia do Córrego da Contagem.

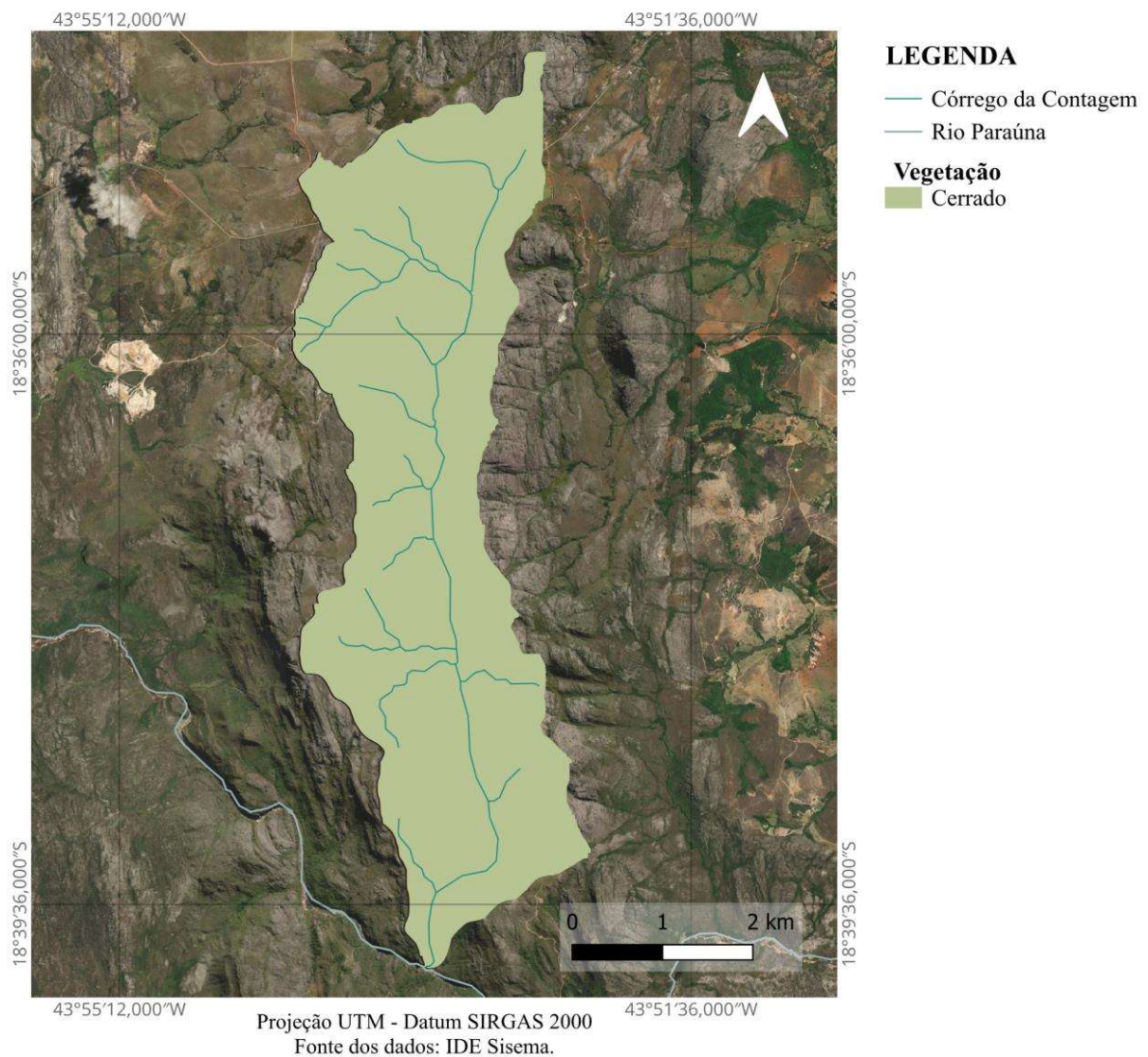


Fonte: Elaboração própria (2026).

A bacia do Córrego da Contagem está totalmente inserida no bioma Cerrado (Figura 11), cuja vegetação se adapta aos solos arenosos e pouco férteis, comuns nas elevadas altitudes da Serra do Espinhaço. Ademais, a interação entre solo, relevo e vegetação define a dinâmica

ecológica do bioma, reforçando sua importância para a conservação hídrica e a preservação de nascentes na região. No que se refere ao clima, a Serra do Espinhaço apresenta predominância do clima tropical de altitude, com verões quentes e chuvosos e invernos secos e mais frios, caracterizados por forte sazonalidade pluviométrica (NIMER, 1989; SAADI, 1995). Os totais anuais de precipitação variam, em geral, entre 1.200 e 1.600 mm, concentrando-se no período de outubro a março, enquanto os meses de inverno registram acentuada redução das chuvas, o que exerce controle direto sobre os regimes hidrológicos e os processos geomorfológicos fluviais da região (CPRM, 2014; SILVA et al., 2016).

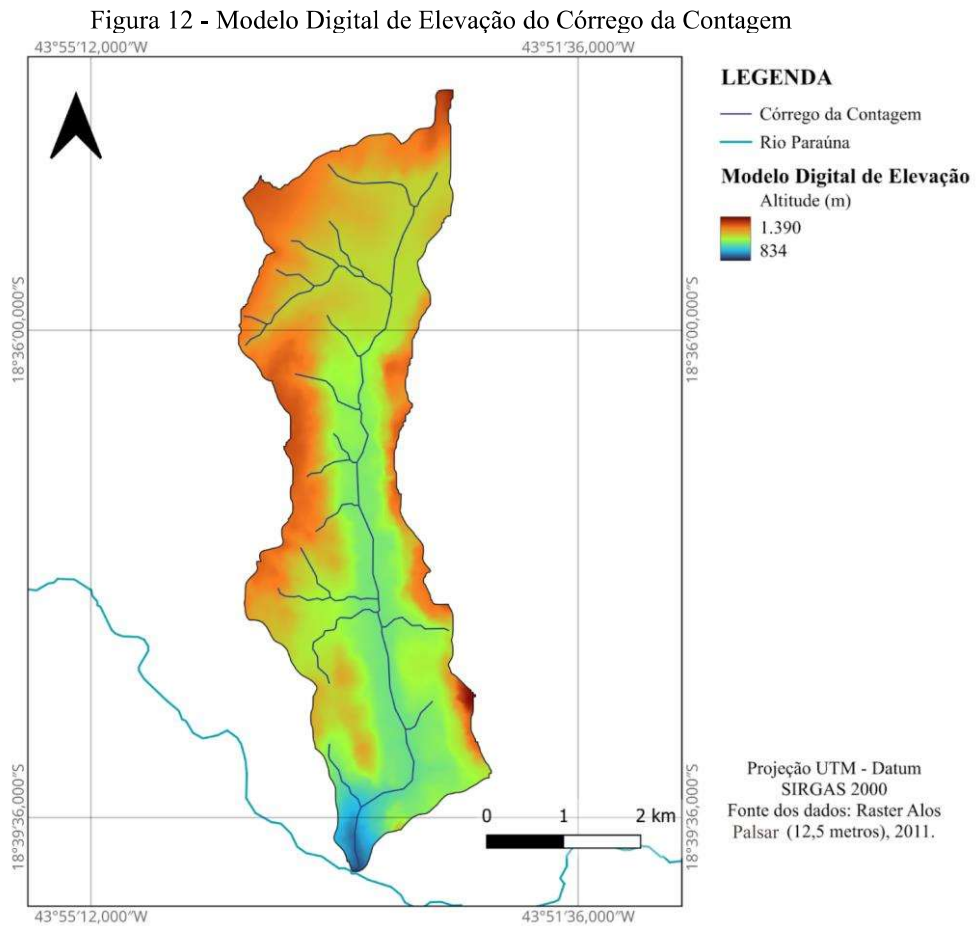
Figura 11 - Vegetação do Córrego da Contagem



Fonte: Elaboração própria (2026).

Ademais, o Modelo Digital de Elevação (MDE) da área evidencia uma variação altimétrica que vai de 840 a 1.390 metros (Figura 12). Essa amplitude reflete a diversidade do

relevo típico da Serra do Espinhaço, onde as diferenças de altitude influenciam diretamente na distribuição da vegetação, na formação dos solos e na dinâmica hídrica local. Assim, a variação altitudinal constitui um fator condicionante para os processos hidrogeomorfológicos.

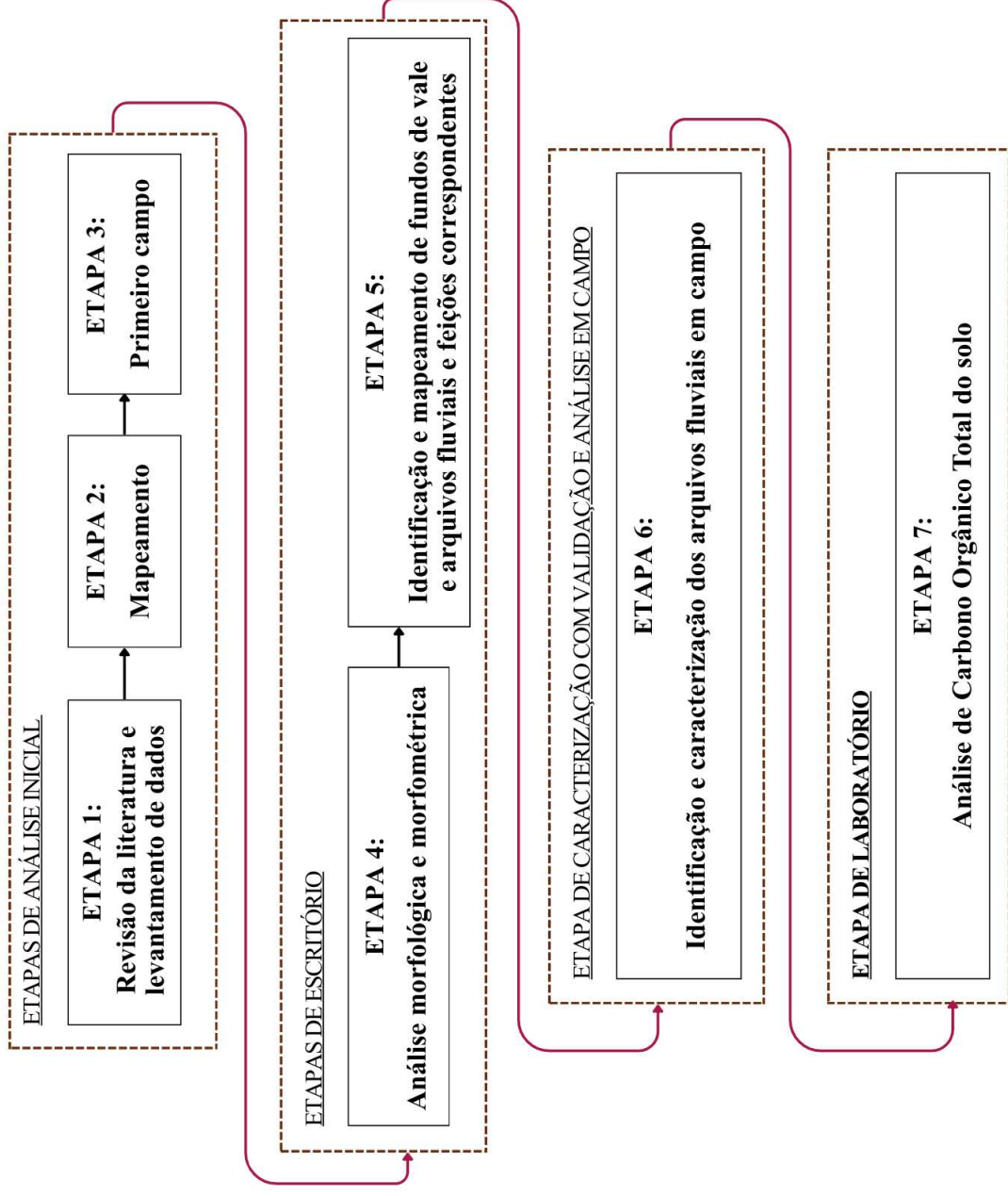


Fonte: Elaboração própria (2026).

5.2. Procedimentos Metodológicos

À vista do objetivo geral e dos objetivos específicos do estudo, a pesquisa foi dividida em sete etapas metodológicas, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Fluxograma metodológico



Fonte: Elaboração própria (2026).

5.2.1. Etapas de análises iniciais

5.2.1.1. Etapa 1: Revisão da literatura e levantamento de dados

A etapa inicial do trabalho envolveu fases de consolidação da revisão bibliográfica, metodológica e conceitual sobre a área de estudo e de temas relacionados à caracterização e classificação de sistemas fluviais de fundo de vales. Nesta etapa, também foi levantado dados cartográficos por meio do software do Sistema de Informação Geográfica (SIG), e através da análise de imagens de satélite disponíveis na plataforma *Google Earth*, possibilitando uma melhor interpretação e espacialização da área estudada.

5.2.1.2. Etapa 2: Mapeamento

Nesta etapa, foi realizado o mapeamento da bacia hidrográfica com o objetivo de ampliar a compreensão e o conhecimento da área de estudo. Para isso, foram elaborados mapas de localização da bacia, hidrografia, geologia, vegetação, solos, além de um modelo digital de elevação (MDE), com dados adquiridos em bases de dados como: IDE-SISEMA, EMBRAPA e IBGE.

5.2.1.3. Etapa 3: Primeiro campo

O primeiro trabalho de campo (Figura 14) foi realizado com o objetivo de conhecer a área de estudo, verificar as condições locais e sistematizar os objetivos do trabalho. Durante esta etapa, foram feitas observações diretas da rede de drenagem, das formas de relevo e das características da vegetação e do solo. Também foram coletados dados amostras de solo, além de pontos georreferenciados que serviram de base para a confecção e validação dos mapas elaborados na etapa anterior. Essas informações possibilitaram ajustar e planejar de forma mais precisa as atividades das etapas seguintes do estudo.

Figura 14 - Primeiro trabalho de campo



Fonte: Acervo próprio.

5.2.2. Etapas de escritório

5.2.2.1. Etapa 4: Análise morfológica e análise morfométrica

Para caracterizar a morfologia da bacia hidrográfica, foram analisadas a forma da bacia e a rede de drenagem, com foco na identificação de possíveis anomalias. Essa análise permitiu compreender a organização espacial dos cursos d'água, a relação entre os diferentes afluentes e o comportamento do escoamento superficial, fornecendo subsídios importantes para o entendimento dos processos geomorfológicos que atuam na área de estudo.

A análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem foi realizada em três sub-etapas:

- Definição dos parâmetros morfométricos;

- Preparação do banco de dados; e
- Execução e interpretação dos dados.

Sub-etapa 1: Definição dos Parâmetros Morfométricos

Os parâmetros morfométricos escolhidos para a análise deste trabalho foram escolhidos em outros trabalhos da literatura nacional como Cherem (2008) e Salis *et al.*, (2019). Porém, Horton (1945) e Strahler (1952) foram pioneiros no desenvolvimento dessa metodologia que utilizam alguns parâmetros chave para o entendimento da dinâmica processo-resposta do modelado da superfície terrestre, representado numericamente a morfologia da superfície terrestre. Assim, foram definidos para este estudo parâmetros lineares, zonais e hipsométricos, contemplando desde a caracterização da rede (ordem, número de segmentos, sinuosidade e densidade) até métricas de forma (índice de circularidade, fator de forma, declividades, entre outros), como já descritos no referencial teórico.

Sub-etapa 2: Preparação da Base de Dados

A coleta dos dados para este estudo foi feita a partir de trabalhos anteriores da mesma bacia, em Software de Geoprocessamento e campo. Em seguida, organizados em uma tabela no Excel para deixar mais claro para equações posteriormente.

Sub-etapa 3: Execução e interpretação dos dados

O cálculo dos parâmetros morfométricos foi realizado em planilhas Excel, o que permitiu maior precisão no tratamento das equações. Posteriormente, todos os resultados foram reorganizados em tabelas síntese, permitindo observar com facilidade, destacar valores característicos e correlacionar resultados entre si. A integração desses resultados serviu de base para as discussões posteriores, em conformidade com a abordagem relacional também utilizada por Schuler *et al.*, (2019).

5.2.2.2. Etapa 5: Identificação e mapeamento de fundos de vale e arquivos fluviais e feições correspondentes

Para a identificação, mapeamento e análise dos arquivos deposicionais fluviais da Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem, foi adotado um procedimento metodológico combinando análise em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), interpretação sedimentológica em validação em campo. Inicialmente, realizou-se a espacialização das feições fluviais por meio da análise de imagens de satélite disponíveis na plataforma Google Earth, com o objetivo de identificar superfícies associadas a depósitos fluviais, como terraços e planícies de inundação. Essa identificação considerou critérios geomorfológicos como a

posição topográfica relativa em relação ao canal principal, a morfologia das superfícies, a continuidade espacial dos depósitos e sua relação com o fundo de vale. As feições identificadas foram posteriormente mapeadas em ambiente SIG, utilizando o software QGIS, em que foram vetorizadas e organizadas em camadas temáticas.

5.2.3. Etapa de caracterização com validação e análise em campo

5.2.3.1. Etapa 6: Identificação e caracterização dos arquivos fluviais em campo

Foi realizado o segundo trabalho de campo para identificar, mapear e caracterizar os níveis e sequências sedimentares fluviais e as feições fluviais de fundo de vale. Buscou-se, percorrer o vale registrando, com o auxílio de fichas de campo, as informações sobre os depósitos sedimentares: tipologia dos depósitos, o contexto espacial ao longo do vale, a espessura dos depósitos, composição granulométrica, organização das feições sedimentares, presença de matéria orgânica nessas feições. Os pontos de caracterização dos perfis foram georreferenciados, permitindo a representação da organização transversal e longitudinal dos depósitos fluviais nos vales. Após a identificação dos níveis deposicionais, será realizada a representação de perfis estratigráficos síntese, reunindo as características mais relevantes dos níveis deposicionais ao longo dos vales, conforme Magalhães Jr (1993).

Posteriormente, esses dados foram confrontados e integrados aos mapeamentos realizados anteriormente, permitindo uma representação mais precisa e fiel da organização espacial dos depósitos fluviais.

5.2.4. Etapa em laboratório

5.2.4.1. Etapa 7: Análise de Carbono Orgânico Total do solo

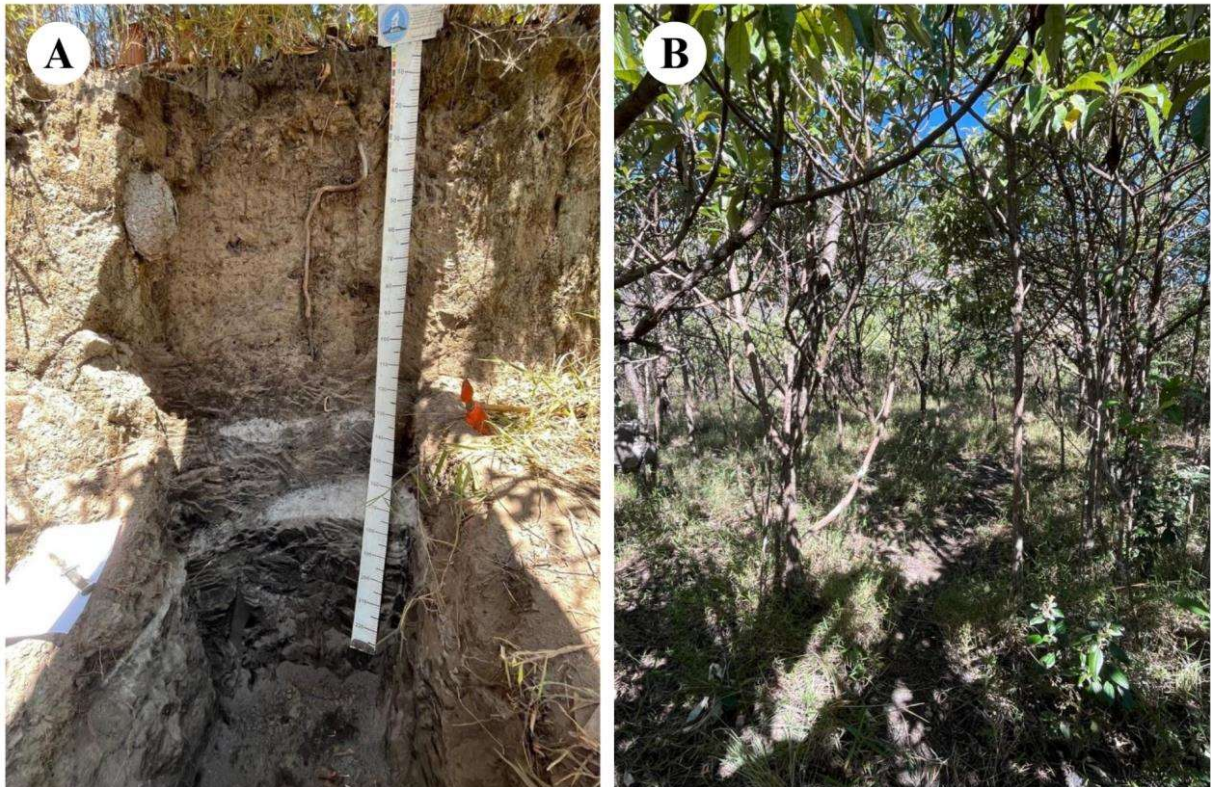
Para a análise do Carbono Orgânico Total (COT) do solo, são os mesmos níveis discutidos posteriormente. A coleta das amostras foi realizada em terraços fluviais, os quais apresentavam indícios de presença significativa de matéria orgânica, evidenciados pela coloração mais escura. Dessa forma, a amostragem teve como objetivo caracterizar os depósitos fluviais quanto aos teores de matéria orgânica.

Durante os trabalhos de campo, os perfis de solo foram descritos, com identificação e caracterização dos horizontes pedogenéticos, e as amostras foram coletadas individualmente por horizonte de solo da base ao topo, armazenadas em sacos plásticos limpos e etiquetadas. Os procedimentos de coleta e as etapas iniciais de laboratório seguiram a metodologia da

EMBRAPA (2017). A determinação do Carbono Orgânico Total foi realizada em laboratório segundo o método proposto por Yeomans e Bremner (1988), adaptado por Mendonça e Matos (2017).

Para a análise do Carbono Orgânico Total do solo foram selecionados 2 perfis de solos que coincidem com as áreas de descrição e coleta de sedimentos, que auxiliam nas discussões sobre a preservação de carbono na respectiva bacia hidrográfica. O perfil 1 (Figura 15a) está localizado no município de Gouveia, nas coordenadas $18^{\circ}36'35,0''$ S / $43^{\circ}53'16,6''$ W, a uma altitude de 996 metros. O ponto de coleta situa-se em uma ruptura de declive de um terraço aluvial, no fundo do vale do Córrego da Contagem, em seu médio curso, possuindo um relevo local suave ondulado (Figura 15b).

Figura 15 - Perfil de solo 1 e seu relevo local. Em A o perfil aberto e em B a superfície do depósito.



Fonte: Acervo próprio.

O Perfil de solo 2 (Figura 16a) também no município de Gouveia, nas coordenadas: $18^{\circ}35'38''$ S / $43^{\circ}53'24''$ O, a uma altitude de 1160 metros. O ponto de coleta localiza-se em um terraço no alto curso do córrego da Contagem, com apresentação do relevo também suave ondulado (Figura 16b).

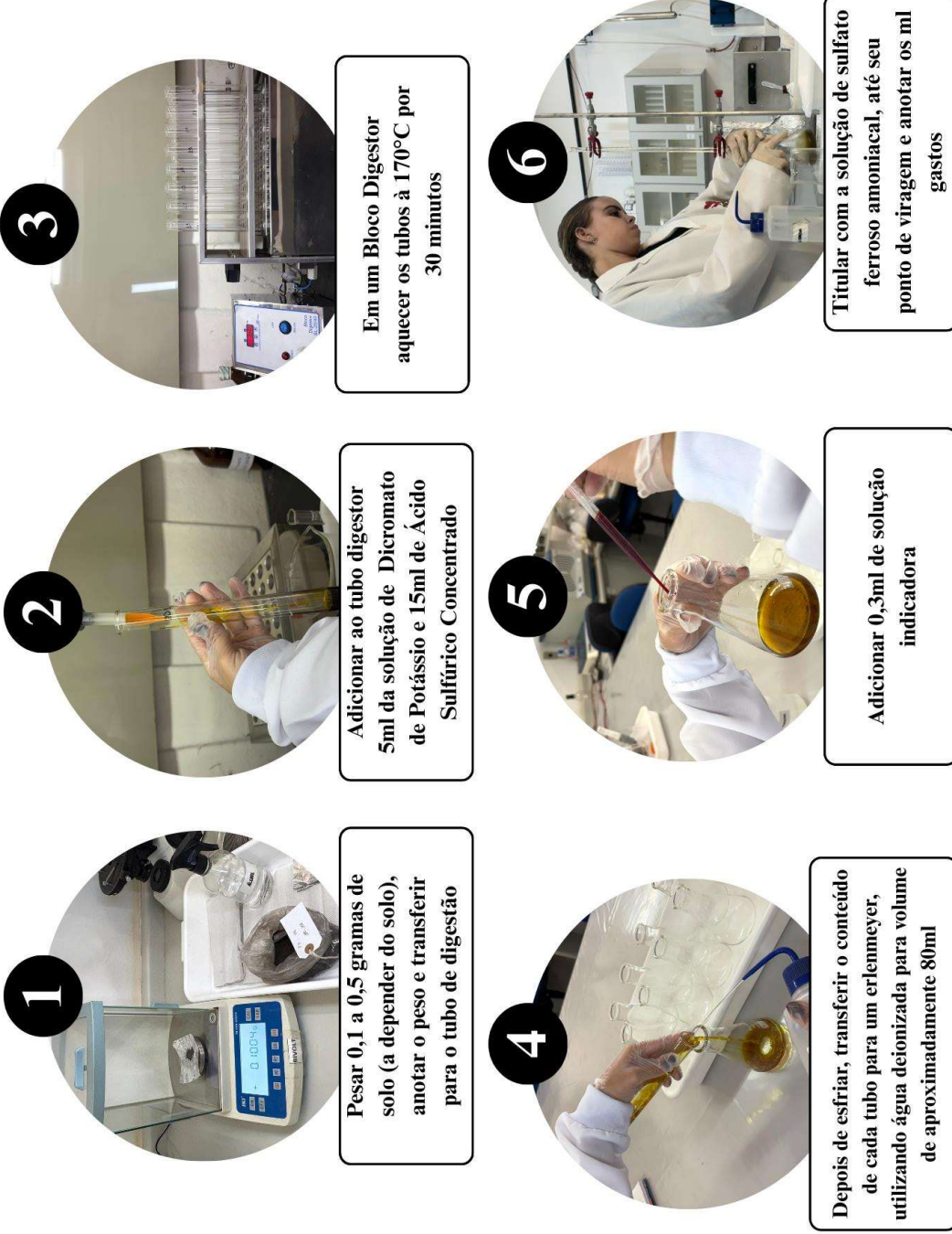
Figura 16 - Perfil de solo 2 (A) e seu relevo local (B).



Fonte: Acervo próprio.

A metodologia utilizada foi descrita por Mendonça *et al.*, (2017), que consiste na quantificação da matéria orgânica do solo foi realizada por meio da determinação do carbono orgânico total (COT), utilizando-se os procedimentos e métodos (Figura 17) de oxidação via úmida com dicromato de potássio.

Figura 17 - Procedimentos da Análise de Carbono Orgânico Total do solo, Mendonça e Matos (2017)



Fonte: Elaboração própria (2026).

Os procedimentos se iniciaram com as amostras de solo secas ao ar, destorroadas e peneiradas em 60 mesh. Em seguida, em média 0,1g, 0,3g e 0,5g de solo (a depender da cor do solo) foi pesada e transferida para tubos de digestão. Para cada amostra, adicionaram-se 5 mL de solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) $0,167 \text{ mol L}^{-1}$ e 15 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Também foram preparados brancos (com e sem aquecimento) para controle de interferências e perdas durante o processo analítico.

Após a adição da solução e do ácido, os tubos foram colocados em bloco digestor previamente aquecido a $170 \text{ }^\circ\text{C}$, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos para promover a oxidação completa do carbono orgânico presente. Em seguida, os tubos foram resfriados e o conteúdo transferido quantitativamente para Erlenmeyer de 250 mL, completando-se o volume com água deionizada até cerca de 80 mL.

Para a titulação, foi adicionado 0,3ml de solução indicadora ferroína e procedeu-se à titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal (sal de Mohr) $0,1 \text{ mol L}^{-1}$, até a viragem da cor verde para violeta-escuro. O consumo de titulante nas amostras foi comparado aos brancos (aquecidos e não aquecidos), o que permitiu calcular a quantidade de dicromato efetivamente reduzida pelo carbono orgânico.

A concentração de carbono orgânico foi então calculada (Equações 12 e 13) a partir da diferença entre os volumes gastos na titulação dos brancos e das amostras, considerando a molaridade da solução titulante e a massa de solo utilizada. A estimativa do teor de matéria orgânica do solo foi obtida multiplicando-se o valor de carbono orgânico pelo fator de Van Bemmelen (1,72), que assume que a matéria orgânica contém em média 58% de carbono.

$$A = [(Vba - Vam)(Vbn - Vba)/Vbn] + (Vba - Vam) \quad (12)$$

Sendo:

Vba = volume gasto na titulação do branco controle com aquecimento (ml);

Vbn = volume gasto na titulação do branco controle sem aquecimento (ml);

Vam = Volume gasto na titulação da amostra (ml).

$$Corg \text{ (g kg}^{-1}\text{)} = \frac{(A)(M)(R)(1000)}{Man} \quad (13)$$

Sendo:

M = molaridade do sulfato ferroso (mol l^{-1});

R = 3, constante referente ao número de mols de Cr,0; que reagem com Fe^{2+} (1/6), multiplicado pelo número de mols de Cr,o; que reagem com o C (3/2), multiplicado pela massa atômica do C (12);

1000 = fator de conversão de unidade (mg mg^{-1} para g kg^{-1});

Mam = massa da amostra (mg).

Todas as soluções foram preparadas de acordo com as recomendações do método, garantindo estabilidade e padronização. O controle de qualidade foi realizado por meio da análise de replicatas e inclusão sistemática de brancos. A escolha deste método se justifica por sua ampla utilização, robustez, custo relativamente baixo e boa reprodutibilidade em estudos de caracterização da matéria orgânica em solos.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. Análise morfológica e morfométrica

A partir de observações por ambiente SIG e nos trabalhos de campo, constatou-se que a bacia hidrográfica do Córrego da Contagem apresenta uma morfologia alongada, constituída por um sistema hidrológico retilíneo, vales encaixados e canal principal deslocado para a margem esquerda (leste). Essas características devem estar diretamente relacionadas ao controle litológico e estrutural exercido pelo Supergrupo Espinhaço, cuja litologia é composta predominantemente por rochas quartzíticas, com alta resistência aos processos erosivos e intempéricos, marcadas pelo mergulho das camadas para leste. Assim, conforme Christofolletti (1980), rochas com alta resistência, como os quartzitos, explicam a presença de canais retilíneos e vales encaixados, circundados por encostas íngremes (Figura 18).

Figura 18 - Encostas íngremes na Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem



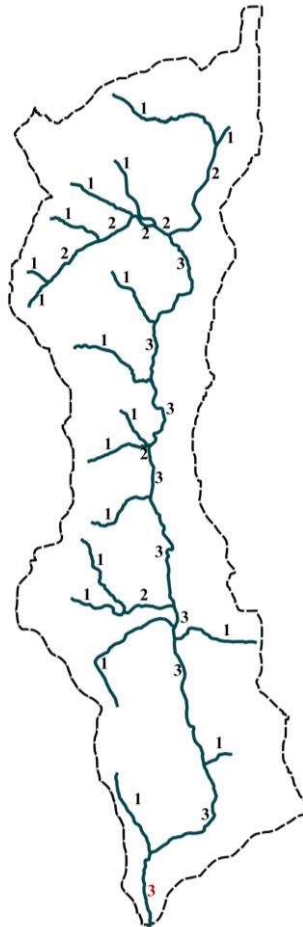
Fonte: Elaboração própria (2026).

Em paisagens serranas, como a Serra do Espinhaço Meridional, a resistência litológica condiciona a velocidade e a intensidade da incisão fluvial. A alta dureza do quartzito faz com que o fluxo fluvial concentre sua energia principalmente no aprofundamento do leito, mantendo o canal estreito, encaixado e com baixa sinuosidade (Christofolletti, 1980; Casseti,

2005). Ademais, essa dificuldade de erodir lateralmente resulta no encahlamento do rio formando divisores estreitos, encostas íngremes e uma geometria alongada. Assim, para a compreensão do sistema hidrológico estudado neste trabalho, é necessário compreender sobretudo o papel da litologia, enquanto elemento controlador da dinâmica fluvial, e da geomorfologia da bacia, que determina tanto a energia disponível para erosão quanto a capacidade do canal de modificar seu trajeto e forma ao longo do tempo.

A bacia do Córrego da Contagem possui canais de até terceira ordem fluvial (Figura 19), seguindo os critérios de Strahler (1952). Segundo Cherem (2008), a ordem dos canais fluviais expressa o grau de organização e integração da rede de drenagem, refletindo o estágio de evolução geomorfológica da bacia. Assim, a presença de canais de até terceira ordem na bacia estudada indica um sistema fluvial moderadamente desenvolvido, com integração progressiva dos canais de menor ordem.

Figura 19 - Hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica do Córrego da Contagem



Fonte: Elaboração própria (2026).

O cálculo dos parâmetros morfométricos possibilitou a caracterização geométrica da bacia hidrográfica, a qual apresenta perímetro de 27,74 km, comprimento do eixo principal

de 11,14 km e área de drenagem de 18,8 km². Os parâmetros analisados abrangem os parâmetros lineares, os parâmetros zonais e os parâmetros hipsométricos, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Córrego da Contagem.

Parâmetro morfométrico	Resultado		Unidade
<i>Parâmetros lineares</i>			
Relação de bifurcação (Rb)	1° - 2° ordem	2,57	adimensional
	2° - 3° ordem	2,33	adimensional
Relação entre os gradientes dos canais (Rg)	1° - 2° ordem	5,39	adimensional
	2° - 3° ordem	0,86	adimensional
Índice de sinuosidade dos canais (Is)	1,20		adimensional
<i>Parâmetros zonais</i>			
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,80		$m \cdot m^{-2}$
Fator de forma, coeficiente de forma ou índice de conformação (Kf)	0,15		$m \cdot m^{-1}$
Índice de circularidade (Ic)	0,31		adimensional
Densidade hídrica (Dh)	0,96		$un \cdot km^{-2}$
Densidade de drenagem (Dd)	1,50		$km \cdot km^{-2}$
Relação entre as áreas das bacias (Ra)	3° - 2° ordem	2,28	adimensional
	2° - 1° ordem	0,55	adimensional
Coefficiente de manutenção (Cm)	655,94		adimensional
<i>Parâmetros hipsométricos</i>			
Índice de rugosidade (Ir)	0,83		adimensional
Declividade média (Dm)	1° ordem	81,67	adimensional
	2° ordem	15,14	adimensional
	3° ordem	17,67	adimensional

Fonte: Elaboração própria (2026).

Os parâmetros morfométricos lineares refletem diretamente a organização hierárquica da rede de drenagem, o grau de controle estrutural e litológico e a dinâmica do escoamento superficial ao longo dos canais de uma bacia hidrográfica, constituindo indicadores

fundamentais da relação entre forma do relevo e processos fluviais (Strahler, 1952). Na bacia do Córrego da Contagem, os valores obtidos evidenciam um sistema de drenagem fortemente condicionado pela litologia, típico de áreas dominadas por rochas quartzíticas, como aquelas que compõem a Serra do Espinhaço Meridional.

A relação de bifurcação (Rb) apresentou valores de 2,57 entre canais de 1ª e 2ª ordem e de 2,33 entre canais de 2ª e 3ª ordem, indicando um padrão de ramificação relativamente regular. Esses valores são compatíveis com bacias em que a rede de drenagem é controlada predominantemente por fatores naturais, especialmente litologia resistente e fraturamento estrutural, com menor interferência antrópica direta. Relações de bifurcação compreendidas entre 2 e 3 são comuns em sistemas fluviais com controle estrutural moderado, sugerindo que a evolução da rede segue padrões geomorfológicos bem estabelecidos, sem grande desorganização dos canais (Schumm, 1956). Valores próximos de 2 geralmente ocorrem em bacias desenvolvidas sobre litologias resistentes e homogêneas, como ocorre na área em questão. Em ambientes desse tipo, a dissecação do relevo tende a aproveitar fraturas e lineamentos que orientam a formação de canais e acabam limitando a expansão lateral da rede. Isso corrobora com a interpretação de que a bacia do Córrego da Contagem evoluiu respondendo mais ao controle estrutural do que a outros fatores. Os valores de Rb também sinalizam que se trata de uma bacia sem anomalias como capturas fluviais ou reorganizações recentes (Schumm, 1956; Strahler, 1957).

A relação entre os gradientes dos canais reforça essa interpretação. O valor elevado de 5,39 entre canais de 1ª e 2ª ordem indica que os canais de primeira ordem estão associados a declividades muito mais acentuadas, típicas das áreas de cabeceira, onde predominam vertentes íngremes, afloramentos quartzíticos e maior energia do relevo. Esse comportamento é característico da Serra do Espinhaço, onde os cursos iniciais se desenvolvem sobre superfícies estruturalmente elevadas, favorecendo maior velocidade de escoamento, maior energia específica do fluxo e maior potencial erosivo (Augustin *et al.*, 2011).

Por outro lado, a relação de gradiente de 0,86 entre canais de 2ª e 3ª ordem indica uma redução progressiva da energia do relevo a jusante, com transição para setores de menor declividade, maior lentidão do fluxo e tendência ao acúmulo de sedimentos. Essa diminuição dos gradientes longitudinais sugere um sistema fluvial que evoluiu de trechos mais encaixados e predominantemente erosivos para setores relativamente mais estáveis do ponto de vista geomorfológico, o que é compatível com a organização longitudinal típica de vales em ambientes montanhosos estruturados (Charlton, 2008).

O índice de sinuosidade dos canais, com valor de 1,20, classifica o canal principal como pouco sinuoso a levemente sinuoso, indicando predominância de trechos retilíneos. Esse padrão está fortemente associado ao controle litológico e estrutural exercido pelos quartzitos, rochas altamente resistentes ao intemperismo, que limitam a migração lateral dos canais e favorecem a manutenção de traçados mais retilíneos. Além disso, a presença de fraturas, juntas, lineamentos estruturais e o mergulho das camadas rochosas, comuns no Espinhaço Meridional, tende a orientar a drenagem, reforçando a linearidade dos cursos d'água (Christofoletti, 1980). Carvalho (2019) e Carvalho e Magalhães Junior (2021) identificaram elementos do controle estrutural em afluentes do rio Paraúna (do qual o Córrego da Contagem é afluente). Segundo os autores, os mergulhos das camadas rochosas para leste e possíveis basculamentos de blocos no mesmo sentido condicionaram o deslocamento de canais que correm no sentido N-S para suas margens a leste ou a drenagem de afluentes no sentido L-O. Assim, os parâmetros lineares estão de acordo com a literatura e expressam o forte controle litoestrutural da área estudada, bem como a elevada energia nas cabeceiras de drenagem e uma organização hierárquica coerente com ambientes de alta altitude sustentados por rochas quartzíticas.

Os parâmetros morfométricos zonais permitem avaliar a morfologia da bacia hidrográfica, sua capacidade de concentrar ou dispersar o escoamento superficial e sua resposta hidrológica frente às águas pluviais, constituindo importantes indicadores do comportamento hidrológico do sistema (Cherem *et al.*, 2020). Na bacia do Córrego da Contagem, esses parâmetros apontam de forma consistente para uma bacia alongada, pouco circular e com baixa propensão à ocorrência de cheias rápidas.

O coeficiente de compacidade (K_c), com valor de 1,80, indica uma bacia com formato distante da circularidade, sugerindo maior tempo de concentração do escoamento superficial. Valores próximos à unidade indicam maior tendência à concentração rápida do fluxo; assim, o valor observado reforça a interpretação de menor suscetibilidade a picos abruptos de vazão, em condições normais de precipitação (Christofoletti, 1980). Embora esse índice revele uma menor tendência à ocorrência de inundações, a menor declividade de determinados segmentos do canal principal pode condicionar a formação de ambientes propícios à deposição de sedimentos, como os observados em campo. Obviamente, o K_c influencia o regime de escoamento, mas a interpretação de outros dados morfológicos e morfométricos, considerando por exemplo a energia do fluxo fluvial e a capacidade de transporte, bem como o regime de precipitação, são complementares nesse tipo de análise.

O fator de forma (K_f) extremamente baixo (0,15) está de acordo com o que se observa em ambiente SIG, e confirma a forma alongada da bacia. Bacias com valores reduzidos

de Kf apresentam escoamento mais distribuído no tempo, uma vez que a água proveniente das diferentes porções da bacia não chega simultaneamente ao exutório. Essa característica é coerente com a configuração geomorfológica típica do Espinhaço Meridional, onde os divisores de drenagem são alongados e estruturalmente controlados (Abreu, 1995). No mesmo sentido, o índice de circularidade (I_c), com valor de 0,31, reforça essa interpretação, indicando uma bacia pouco circular e morfologicamente irregular. Valores baixos de I_c são comuns em bacias estruturais, fortemente condicionadas por litologias resistentes e alinhamentos tectônicos, como ocorre em terrenos quartzíticos (Christofoletti, 1980).

A densidade hídrica ($0,96 \text{ un.km}^{-2}$) indica a presença aproximada de um canal por quilômetro quadrado, valor relativamente baixo, compatível com áreas onde a infiltração é favorecida e o desenvolvimento de novos canais é limitado pela resistência das rochas. Esse comportamento é típico de áreas quartzíticas, onde a drenagem tende a ser menos densa, embora estruturalmente bem organizada (Horton, 1945). Apesar dos acentuados desníveis altimétricos observados na bacia hidrográfica, a resistência do quartzito aos processos erosivos e intempéricos restringe a incisão lateral e vertical e dificulta a formação de novos canais, mantendo poucos canais ativos, porém fortemente condicionados pela litoestrutura.

Lima e Fontes (2015) identificaram valores ainda menores ($0,5 \text{ un.km}^{-2}$) em uma área de relevo, mas suavizado, reforçando a relação entre D_h , energia hídrica e resistência do substrato rochoso. No caso do Córrego da Contagem, nota-se a existência de compartimentos geomorfológicos suavizados e separados por desníveis altimétricos que, embora marcantes, não chegam a gerar novos canais devido à maior resistência litológica. Nesse sentido, a drenagem tende a aprofundar preferencialmente em linhas de fraqueza estrutural, enquanto os compartimentos quartzíticos adjacentes permanecem pouco dissecados e relativamente estáveis.

A densidade de drenagem ($1,50 \text{ km.km}^{-2}$) classifica a bacia como de drenagem moderada, refletindo um equilíbrio entre escoamento superficial e infiltração. Apesar das elevadas declividades locais, a resistência do substrato rochoso e o controle estrutural exercido pelas fraturas limitam valores extremamente elevados de densidade de drenagem (Christofoletti, 1970).

As relações entre as áreas das bacias por ordem hierárquica (2,28 entre 3ª e 2ª ordem e 0,55 entre 2ª e 1ª ordem) indicam uma progressão espacial coerente da área contribuinte, sugerindo boa organização hierárquica da rede e ausência de anomalias significativas no crescimento das sub-bacias (Schumm, 1956).

O coeficiente de manutenção (Cm) apresentou valor de 655, indicando que a Bacia do Córrego da Contagem necessita de uma área relativamente elevada para a formação de 1 metro de canal de drenagem. Esse resultado sugere uma baixa eficiência do relevo na geração de novos canais, refletindo uma drenagem menos densa e fortemente condicionada pelo controle litológico. Em ambientes quartzíticos, como os da Serra do Espinhaço Meridional, a elevada resistência das rochas dificulta a abertura de canais secundários, aumentando o valor do Cm. Assim, o Cm corrobora com as interpretações dos demais dados citados anteriormente, como o Dh, Dd.

Os parâmetros hipsométricos expressam a energia do relevo, o grau de dissecação topográfica e a intensidade dos processos erosivos atuantes na bacia hidrográfica (Strahler, 1952; Christofolletti, 1980). Na área em estudo, esses parâmetros evidenciam um sistema de relevo energeticamente ativo, sobretudo nas áreas de cabeceira.

O índice de rugosidade (0,83) indica um relevo moderadamente rugoso, refletindo a combinação entre amplitude altimétrica e densidade de drenagem. Esse valor sugere um ambiente com potencial significativo para a atuação de processos erosivos, especialmente nos setores mais elevados, onde as declividades são mais acentuadas e os canais de menor ordem concentram maior energia do escoamento (Cherem *et al.*, 2020).

As declividades médias por ordem de canal evidenciam contrastes marcantes na dinâmica fluvial. Os canais de 1ª ordem apresentam declividade média extremamente elevada (81,67), característica típica de áreas de cabeceira em ambientes montanhosos quartzíticos. Esses trechos tendem a concentrar elevada energia potencial, favorecendo processos erosivos intensos e rápida transferência do escoamento para os canais de ordem superior (Augustin *et al.*, 2011). Nos canais de 2ª ordem, a declividade média reduz-se significativamente (15,14), indicando a transição para setores de menor inclinação e maior organização do fluxo. Já os canais de 3ª ordem, com declividade média de 17,67, mantêm valores relativamente elevados, sugerindo que mesmo os trechos mais a jusante ainda se encontram sob influência de relevo movimentado, típico da Serra do Espinhaço Meridional. Contudo, deve-se atentar para o fato de que esses valores de declividade média podem mascarar as reais condições de canais mais extensos, como o canal principal do Córrego da Contagem, haja vista que a declividade tende a ser maior nos trechos encachoeirados (*knickpoints*) e bem menores nos trechos à montante e à jusante dos *knickpoints*.

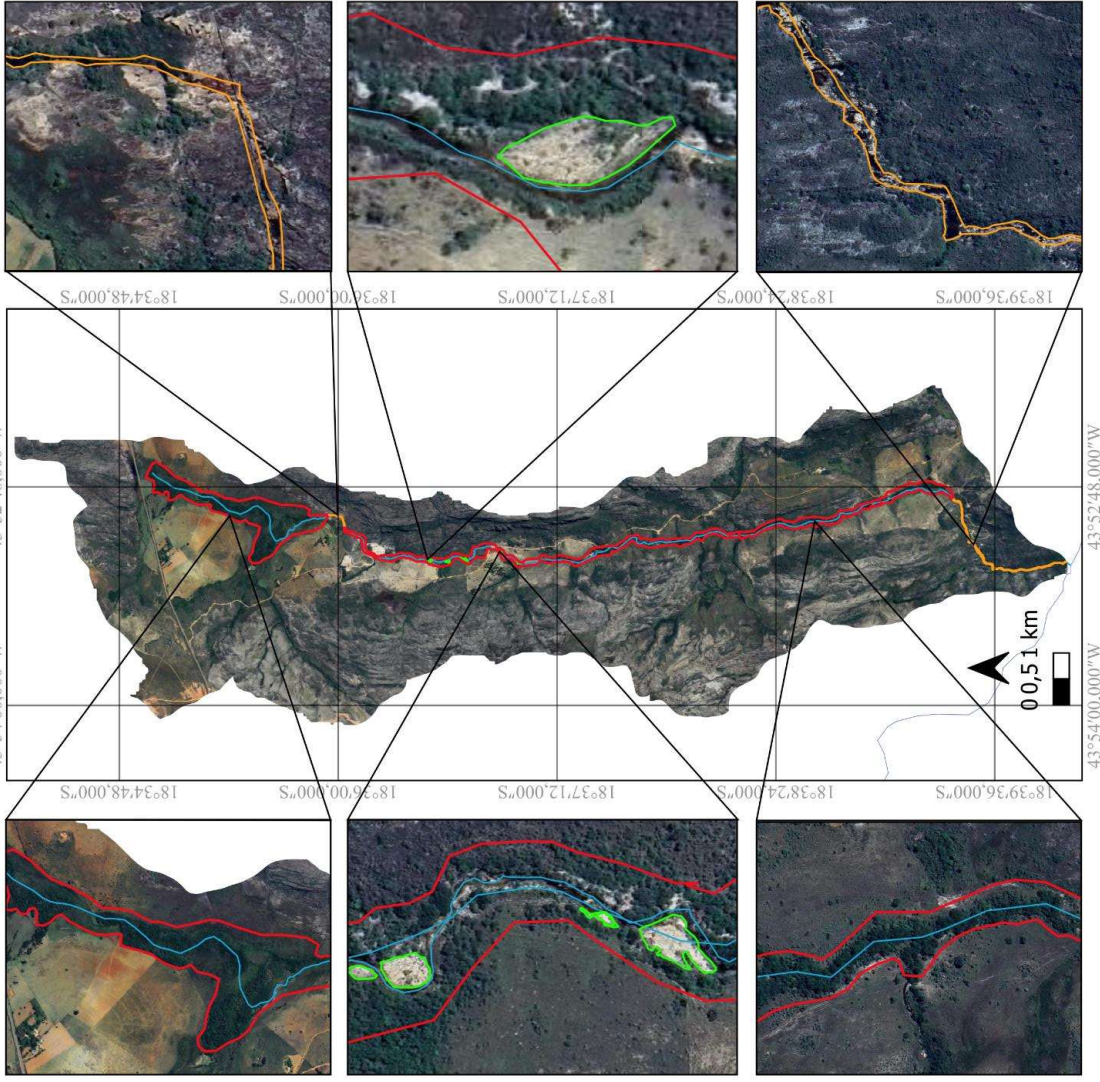
Esses resultados revelam que a bacia apresenta um gradiente energético bem definido, com forte contraste entre cabeceiras íngremes e setores intermediários mais suavizados, porém ainda ativos do ponto de vista geomorfológico. A combinação entre elevada

declividade, rugosidade moderada e forte controle litológico indica um sistema fluvial eficiente no transporte de sedimentos, porém com limitação à ampla dissecação lateral, imposta pela elevada resistência dos quartzitos.

6.2. Níveis deposicionais fluviais (mapeamento e caracterização)

O fundo de vale da bacia hidrográfica do Córrego da Contagem apresenta expressivos níveis deposicionais fluviais, com o desenvolvimento de barras arenosas laterais bem desenvolvidas ao longo do canal principal (Figura 20). Embora essas feições ocorram ao longo de boa parte da extensão do curso d'água, elas se mostram mais amplas e representativas no médio curso, onde as condições de declividade mais suaves favorecem a deposição de sedimentos. Além disso, o Córrego da Contagem apresenta dois trechos com rocha exposta no leito, os quais se caracterizam por maiores declividades. Diante dessas condições, identificam-se dois segmentos de fundo de vale de corredeira, localizados no alto e no baixo curso do córrego.

Figura 20 - Fundo de vale do Córrego da Contagem



LEGENDA:

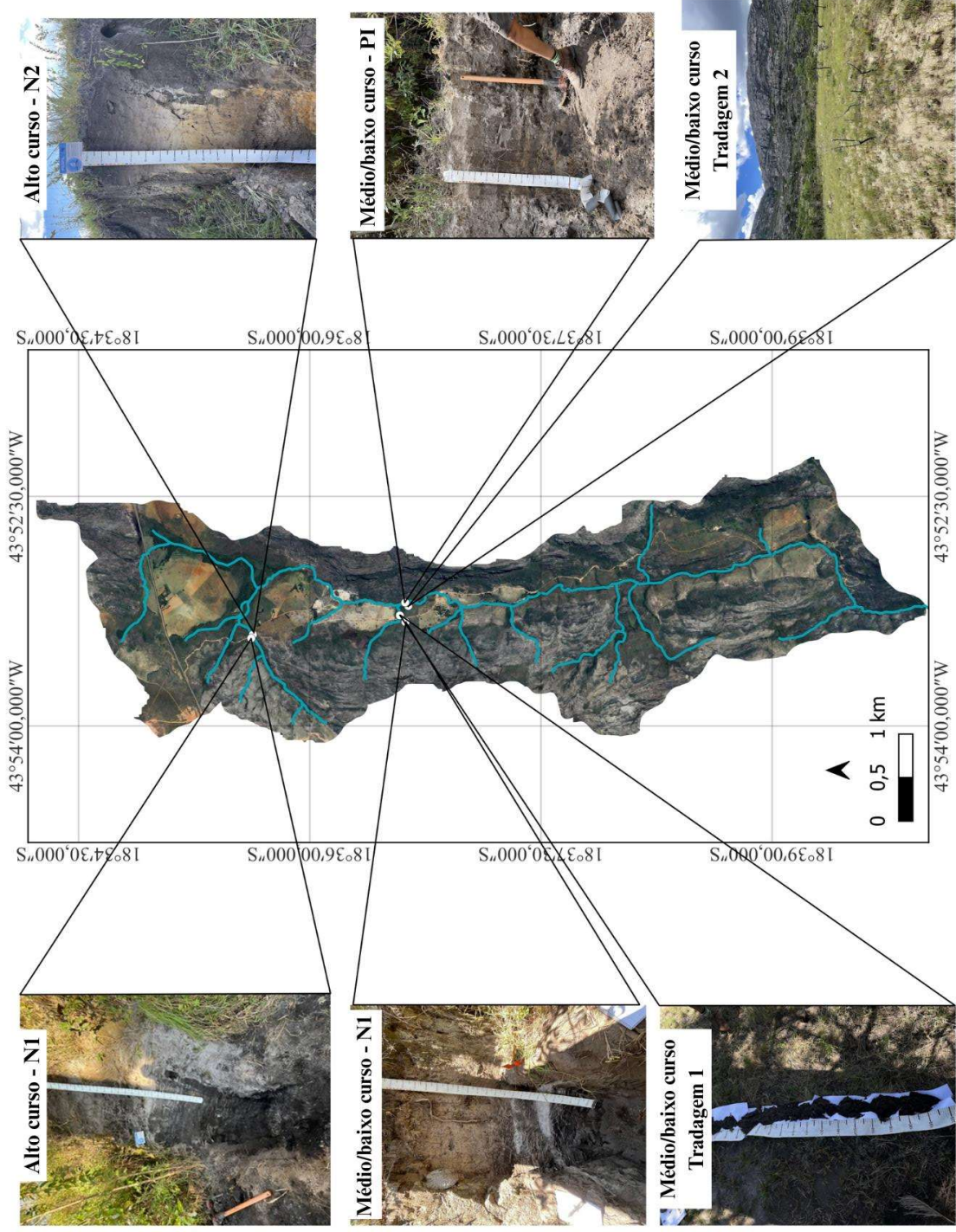
- Córrego da Contagem
- ▭ Fundo de vale
- ▭ Fundo de vale de corredeira
- ▭ Barras arenosas laterais

Projeção UTM - Datum sirgas 2000
 Fonte dos dados: IDE Sisema.

Fonte: Elaborado pela autora, 2026.

Ao longo do trabalho de campo foram identificados dois terraços fluviais no alto curso (N1 e N2) e uma planície de inundação e um terraço no médio/baixo curso (PI e N1) (Figura 21). É importante distinguir o alto e o médio/baixo curso porque são segmentos cujas dinâmicas são controladas por níveis de base locais. Além desses níveis deposicionais, foram realizadas tradagens em dois pontos no contexto do médio/baixo curso, em locais que apresentavam condições de serem compostos por sedimentos fluviais. Não foram identificados níveis deposicionais em contexto de vertente, o que pode ser justificado pela maior declividade desses locais. Assim, é provável que possíveis níveis deposicionais mais antigos tenham sido descaracterizados e/ou completamente erodidos nesse contexto de maior energia das vertentes. Outro aspecto importante diz respeito às limitações de acesso ao segmento próximo da confluência com o Rio Paraúna, já que se trata de área particular, com placas que proíbem a entrada/passagem.

Figura 21- Níveis de análise



Projeção UTM - Datum sigras 2000 Fonte dos dados: IDE Sisema e Imagem do Google Earth.

Fonte: Elaboração própria (2026).

- Médio/baixo curso - N1:

O Nível 1 do Médio/baixo curso (Figura 22) está localizado a 996 metros de altitude, nas coordenadas S 18°36'35'' e W 43°53'16,6'', e corresponde a um terraço fluvial situado em posição topográfica inferior em relação aos demais níveis analisados. Essa posição indica que o perfil representa uma superfície deposicional abandonada pelo canal ativo, preservando registros de pulsos hidrossedimentares associados à dinâmica pretérita do sistema fluvial.

Figura 22 - Nível 1 do Médio/baixo curso

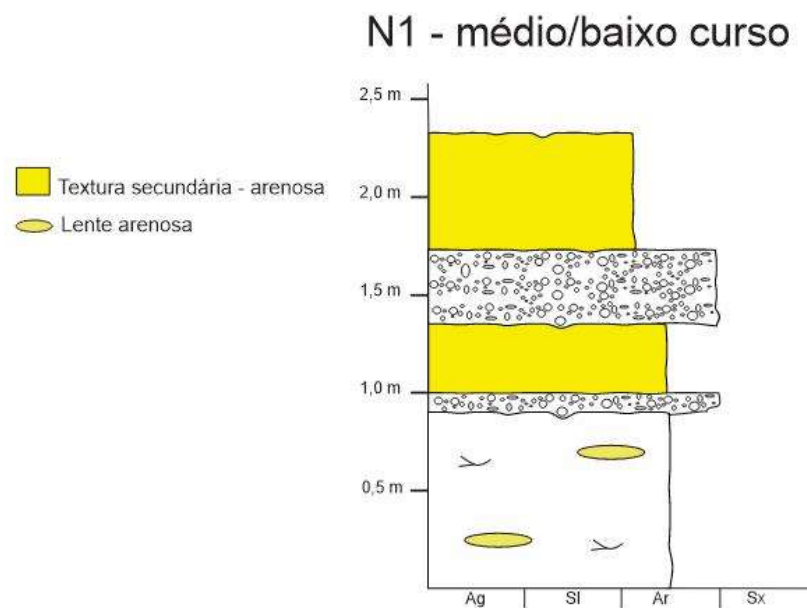


Fonte: Acervo próprio.

O pacote sedimentar desse nível é composto por cinco fácies sedimentares, representado no perfil estratigráfico na Figura 23, com cerca de 230 cm de espessura, descritas a seguir, da base para o topo: (i) 0 - 90 cm, fácies de areia fina a média, cor escura, sem estrutura sedimentar evidente, presença de raízes e estruturas associadas à atividade de cupins, ocorrem lentes de areia média de cor esbranquiçada; (ii) 90 - 100 cm, fácies composta por grânulos de quartzo angulosos, bem selecionados, com até 2 cm de diâmetro, de cor esbranquiçada; (iii) 100 - 140 cm, fácies areno-argilosa, de aspecto maciço, cor escura, intensamente bioturbado

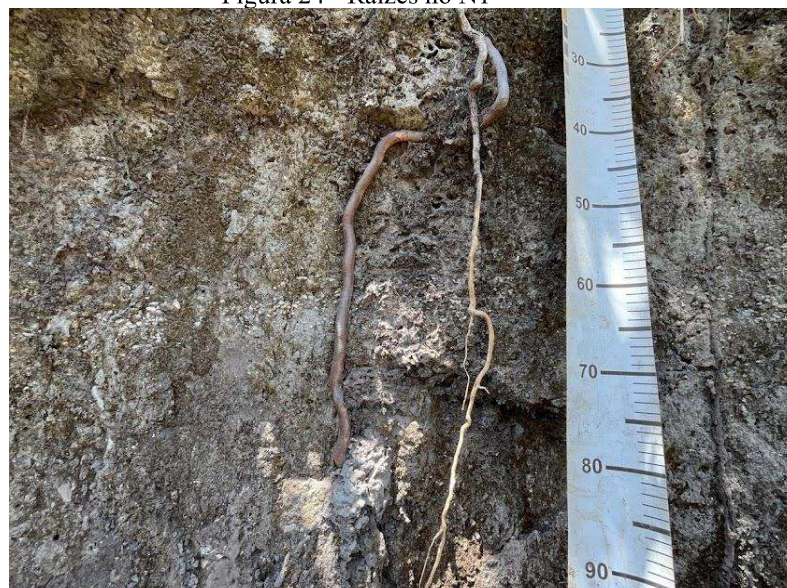
pela ação de cupins; (iv) 140 - 170 cm, fácies composta predominantemente por grânulos de quartzo de até 3 cm, com seixos de quartzo esparsos com até 7 cm de diâmetro, subangulosos, de coloração clara, sem evidências de estrutura sedimentar; (v) 170 - 230 cm, fácies superficial areno-argiloso, de cor escura, aspecto maciço, presença de raízes (Figura 24) e estruturas relacionadas à atividade de cupins. A coloração escura pode estar associada à presença de matéria orgânica. As fácies arenosas podem ser associadas a ambientes de baixa energia, enquanto as fácies com grânulos e seixos podem indicar ambientes de maior energia.

Figura 23 - Perfil estratigráfico N1 - médio/baixo curso



Fonte: Elaboração própria (2026).

Figura 24 - Raízes no N1



Fonte: Acervo próprio.

- Médio/baixo curso - PI (planície de inundação):

A Planície de Inundação (PI) (Figura 25) localiza-se a 1101 m de altitude, nas coordenadas S 18°36'37,1'' e W 43°53' 11,6 ", e corresponde a uma planície de inundação ativa, embutida no N1. Ela ocorre nas duas margens do córrego da Contagem, mas é bastante restrita lateralmente. Trata-se de um ambiente fluvial atual, sujeito a inundações frequentes e diretamente controlado pela dinâmica hidrossedimentar contemporânea do córrego.

Figura 25 - Planície de Inundação

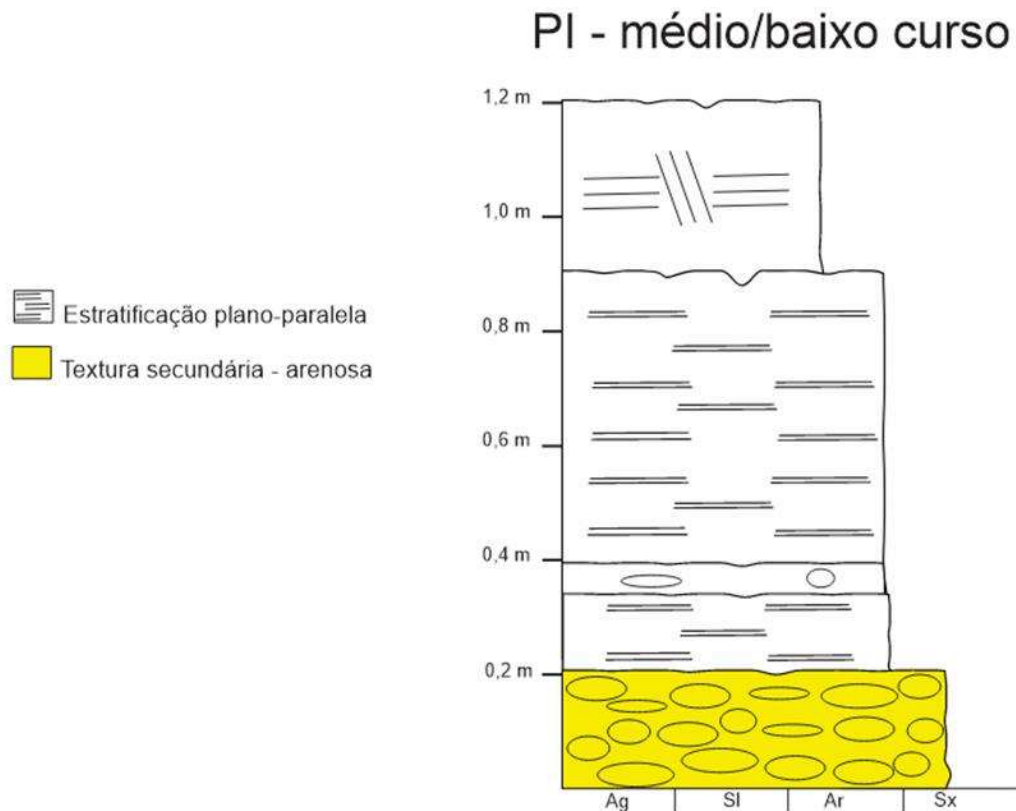


Fonte: Acervo próprio.

O pacote sedimentar desse nível é composto por cinco fácies sedimentares, representado no perfil estratigráfico na Figura 26, possuindo o total de 120 centímetros de profundidade, descritas a seguir, da base para o topo: (i) 0 - 20 cm, fácies de seixos predominantemente de quartzo e quartzito, mal selecionados, com até 7 cm de diâmetro, sendo os primeiros bem preservados e os últimos já moderadamente intemperizados, em matriz arenosa, seixos angulosos a arredondados; (ii) 20 - 35 cm, fácies de areia média a grossa, cor clara com linhas de cor laranja intercaladas, também há finas linhas de material argiloso e escuro, provavelmente com matéria orgânica, estrutura plano-paralela; (iii) 35 - 40 cm, fácies de areia média a grossa, com lâminas de areia de coloração escura intercalada com areia clara,

seixos de quartzo subarredondados a arredondados esparsos, com até 7 cm de diâmetro, estrutura plano-paralela; (iv) 40 - 95 cm, fácies de areia fina a média, predominando areia escura, com finas lentes de areia clara intercalada, estrutura plano paralela; (v) 95 - 120 cm, fácies de areia fina a média, estratificação cruzada, e finas lâminas de areia de cor escura intercalada. As fácies ricas em seixos podem ser interpretadas como associadas a ambientes de maior energia como o canal fluvial, enquanto as demais fácies com granulometria arenosa tendem a ser relacionadas a ambientes de baixa energia, como planície de inundação ou barras arenosas.

Figura 26 - Perfil estratigráfico PI - médio/baixo curso



Fonte: Elaboração própria (2026).

- Médio/baixo curso - Tradagem 1:

A Tradagem 1 (Figura 27) localiza-se a 1107 m de altitude, nas coordenadas S 18°36'37,2'' e W 43°53'19,2'', possuindo 90 centímetros de profundidade. O relevo local é plano, com indícios de erosão laminar incipiente, sugerindo dinâmica superficial de baixa energia, porém contínua, associada ao uso atual da área como pastagem e com vegetação de cerrado aberto (Figura 28).

Figura 27 - Tradagem 1.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 28 - Vegetação Cerrado aberto no T1



Fonte: Acervo próprio.

Os materiais presentes nessa área provavelmente são provenientes da encosta, como se observa na parte esquerda da Figura 29.

Figura 29 - Cupinzeiros no T1



Fonte: Acervo próprio.

Assim, esses materiais podem ser divididos em três camadas, como se observa a seguir, da base para o topo:

- (i) camada argilo-arenosa, encontrada no centímetro 90 até o 60, com coloração escura contínua, caracterizada por sedimentos saturados em água, indicando deposição sob condições de baixa energia hídrica e acúmulo de água; o material apresenta estrutura de grão simples até cerca de 1,0 m de profundidade, sendo pouco coeso e com elevada porosidade, passando gradualmente para uma estrutura ligeiramente maciça;
- (ii) camada de linha de pedras, localizada a aproximadamente 60 cm de profundidade, constituída por concentração de clastos até os 40 centímetros de profundidade, interpretada como um importante marcador estratigráfico, possivelmente associado a um episódio de movimentação de material das vertentes, que acabaram selecionados antes de serem cobertos pelo material mais fino;
- (iii) camada superior argilo-arenosa bioturbada, identificada do centímetro 40 até o topo, com coloração escura, marcada pela expressiva presença de cupinzeiros (Figura 26) em sua superfície, evidenciando a intensa atuação da bioturbação na reorganização do material, superando a influência do enraizamento vegetal profundo e indicando a ocorrência de materiais ricos em matéria orgânica ao longo do perfil.

- Médio/baixo curso - Tradagem 2:

A Tradagem 2 localiza-se a 1101 m de altitude, nas coordenadas S 18°36'38,3'' e W 43°53'12,9'', em um patamar topográfico intermediário entre os pontos T1 e N1, caracterizado por relevo suave ondulado (Figura 30) e proximidade com a calha do rio. Essa posição geomorfológica condiciona um ambiente de transição, no qual processos fluviais e pedogenéticos tendem a atuar de forma integrada.

Figura 30 - Relevo suave ondulado no T2



Fonte: Acervo próprio.

Nesse local, o material se assemelha mais a um tipo de solo do que sedimento fluvial. Assim, o perfil da tradagem pode ser descrito da seguinte forma, da base para o topo:

(i) horizonte inferior argiloso, interpretado como saprolito argiloso, indicando a proximidade do material de origem. Possivelmente, o material de origem corresponda a um metapelito finamente estratificado;

(ii) horizonte superior argiloso, pedogeneizado, com textura predominantemente argilosa, homogênea em profundidade, friável e com estrutura bem desenvolvida; a partir de aproximadamente 60 cm de profundidade, observa-se a presença de nódulos ferruginosos, indicando processos de ferruginização e redistribuição de ferro, compatíveis com ambientes

bem drenados a moderadamente drenados, associados a um sistema geomorfológico mais estável.

- Alto curso - N2:

No alto curso, o N2 (Figura 31) está localizado a 1164 m de altitude, nas coordenadas 18°35'37,1"S e 43°53'25,6"W, o N2 está na margem esquerda do córrego da Contagem. Este terraço apresenta aproximadamente 2,0 metros de espessura.

Figura 31 - N2 do alto curso



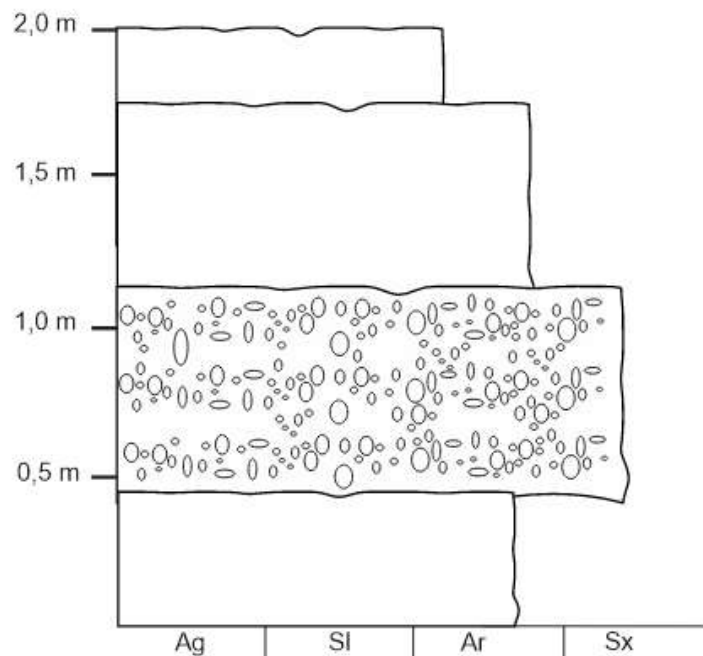
Fonte: Acervo próprio.

O pacote sedimentar desse nível é composto por quatro fácies, descritas a seguir, da base para o topo, além de estar apresentado no perfil estratigráfico na Figura 32: (i) 0 - 40 cm, fácies basal de areia grossa, de coloração clara e de aspecto maciço; (ii) 40 - 110 cm, fácies

composta por grânulos de quartzo, bem selecionados, com até 2 cm de espessura, subangulosos e coloração clara; (iii) 110 - 170 cm, fácies de areia fina a média, de coloração clara, de aspecto maciço; (iv) 170 - 200 cm, fácies superficial de areia fina, aspecto maciço e evidências de pedogeneização (ferruginização e migração de ferro e reorganização interna dos sedimentos). Trata-se de um perfil aparentemente bastante antigo, já que os processos pedogenéticos parecem ter atuado de forma intensa e alterado bastante das características do material.

Figura 32 - Perfil estratigráfico N2 - alto curso

N2 - alto curso



Fonte: Elaboração própria (2026).

- Alto curso - N1:

O N1 alto curso (Figura 33) corresponde a um terraço fluvial localizado muito próximo ao canal atual, a uma altitude de 1160 metros, nas coordenadas S 18°35'38,5'' e W 43°53' 24 ". O terraço apresenta aproximadamente 3,30 metros de espessura e é marcado pela expressiva acumulação de matéria orgânica, intercalada por níveis arenosos descontínuos.

Figura 33 - N1 alto curso

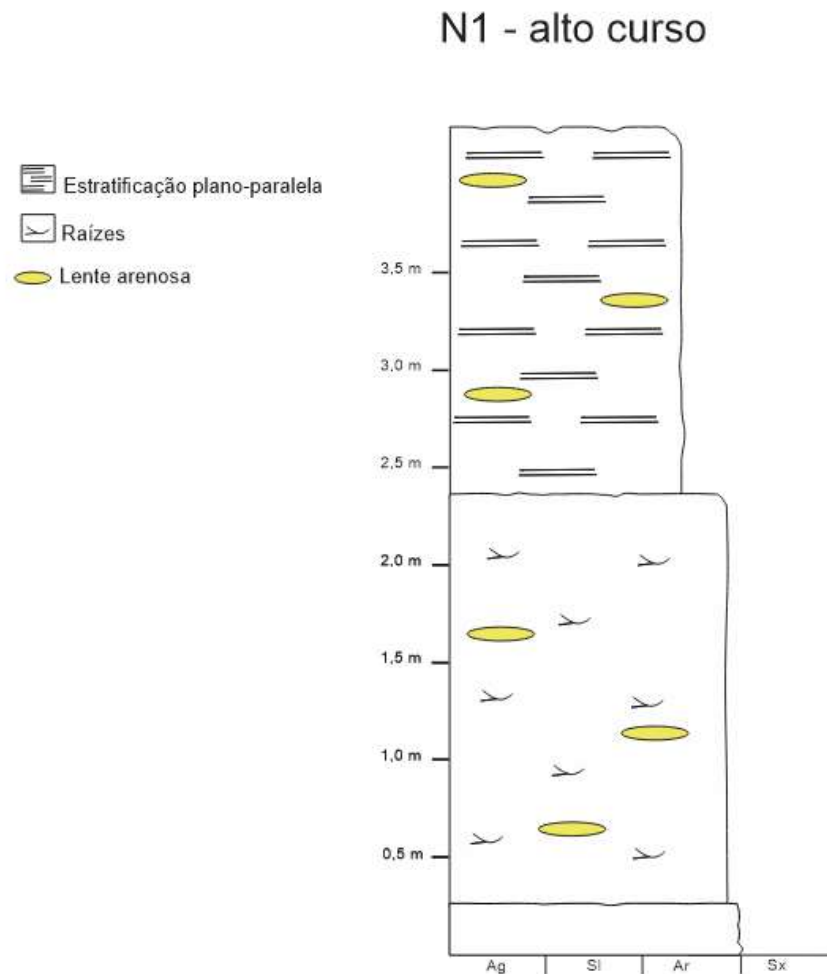


Fonte: Acervo próprio.

A organização geral do perfil indica um ambiente deposicional de baixa energia hidráulica, no qual a sedimentação mineral ocorre de forma episódica. Os níveis arenosos grossos e parcialmente lavados representam eventos deposicionais pontuais, compatíveis com pulsos fluviais de curta duração e maior competência do fluxo.

O pacote sedimentar desse nível é composto por três fácies, representado no perfil estratigráfico na Figura 34, descritas a seguir, da base para o topo: (i) 180 - 330 cm, fácies de areia fina a média, de coloração escura, presença de lente arenosa (areia média a grossa), estratificação plano paralela; (ii) 10 - 180 cm, fácies de material de aspecto orgânico, raízes, com presença de areia média a grossa, coloração escura, presença de lentes de areia média a grossa de cor clara na parte superior, na parte inferior o material apresenta apenas uma coloração mais acinzentada, semelhante a um horizonte glei (de modo geral muda apenas a cor e isso pode ter relação com a saturação por água); (iii) 0 - 10 cm, fácies superficial de areia grossa, de cor escura, com indícios de pedogênese.

Figura 34 - Perfil estratigráfico N1 - alto curso



Fonte: Elaboração própria (2026).

6.2.1. Carbono Orgânico Total do Solo

Considerando as características dos arquivos fluviais verificadas em campo e que indicavam grande quantidade de matéria orgânica devido à coloração do material, foram selecionados dois pontos para descrição pedológica dos arquivos fluviais e para a coleta de amostras para a verificação dos teores de carbono orgânico total (COT). Assim, para essa etapa da pesquisa, o Perfil 1 corresponde ao N1 do médio/baixo curso do Córrego da Contagem e o Perfil 2 corresponde ao N1 do alto curso do córrego.

O Perfil 1, coletado em uma vertente localizada na borda de um terraço fluvial, está situado no médio curso do Córrego da Contagem. Os teores de COT, obtidos pelo método descrito por Mendonça *et al.*, (2017) e expressos em g/kg, revelam elevada variabilidade vertical ao longo do perfil (Tabela 2). Os menores valores concentram-se nos horizontes superficiais e intermediários, com destaque para os 2,16 g/kg no horizonte P1 AC2 (40–60 cm). Em contraste, os maiores teores estão presentes nos horizontes mais profundos: 87,48 g/kg em

P1 C6 (140–160 cm), 68,27 g/kg em P1 C8 (180–210 cm) e 125,58 g/kg em P1 C9 (210–230+ cm). Outros valores expressivos, como 52,68 g/kg em 100–130 cm, reforçam a existência de acúmulos relevantes em profundidade. Sendo assim, esse padrão sugere a presença de depósitos orgânicos soterrados abaixo da zona de maior atividade pedogenética.

Tabela 2 - Resultados da quantificação de COT por perfil.

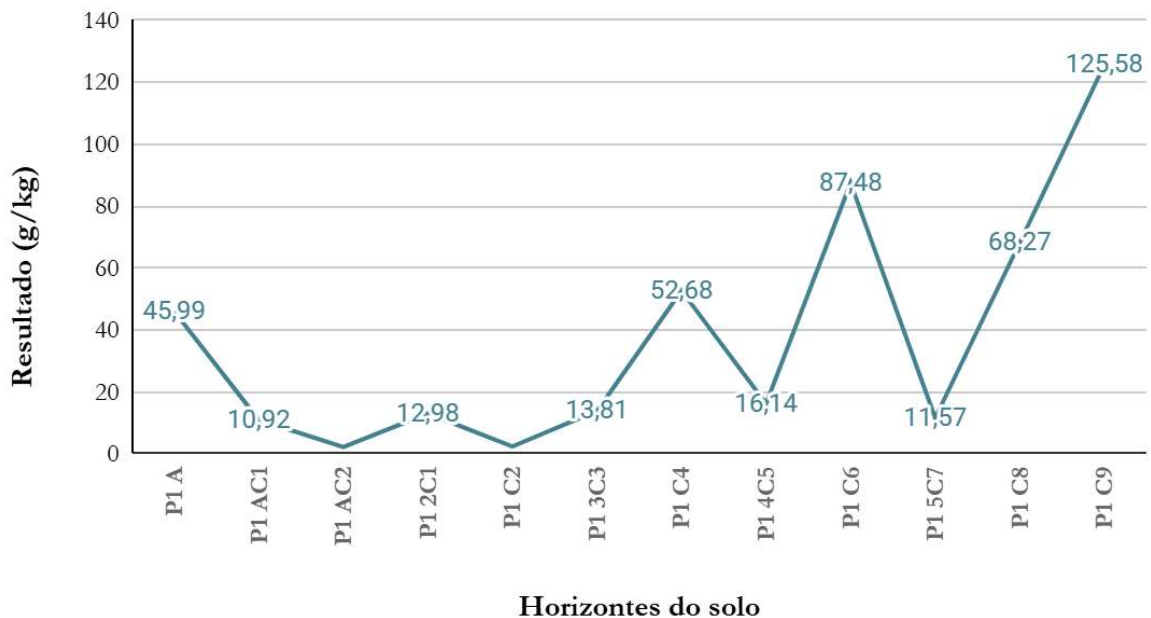
Perfil 1		Perfil 2	
Horizontes do solo	Resultado (g/kg)	Horizontes do solo	Resultado (g/kg)
P1 A 0-10	45,99	P5 A1 0-15	135,36
P1 AC1 15-40	10,92	P5 A2 15-20/25	44,19
P1 AC2 40-60	2,16	P5 H1 20/25-60	130,00
P1 2C1 60-70	12,98	P5 H2 60-130	128,19
P1 C2 70-90	2,33	P5 2C1 130-150	9,16
P1 3C3 90-100	13,81	P5 H3 150-180	91,58
P1 C4 100-130	52,68	P5 H4 180-205	136,9
P1 4C5 130-140	16,14	P5 H5 205-280	207,13
P1 C6 140-155/160	87,48	P5 HG 280-320	200,10
P1 5C7 155/160-180	11,57	P5 3C2 320-330	10,70
P1 C8 180-210	68,27		
P1 C9 210-230+	125,58		

Fonte: Elaboração própria (2026).

O Perfil 2, por sua vez, foi coletado em um terraço alto. Diferentemente do Perfil 1, este apresenta teores elevados de COT desde a superfície, com 135,36 g/kg no horizonte A1 (0–15 cm), mantendo-se elevados em quase todo o perfil: 130,00 g/kg entre 20/25–60 cm (H1), 136,90 g/kg em 180–205 cm (H4), 207,13 g/kg em 205–280 cm (H5) e 200,10 g/kg em 280–320 cm (HG). Apenas dois horizontes intermediários apresentaram quedas acentuadas — 9,16 g/kg em 130–150 cm (2C1) e 10,70 g/kg em 320–330 cm (3C2). Esse padrão indica grande estabilidade na concentração de matéria orgânica em profundidade, sugerindo condições ambientais favoráveis à sua preservação.

A comparação entre os perfis revela padrões contrastantes: enquanto o Perfil 1 exibe baixos teores superficiais e picos abruptos em profundidade, como demonstrado na Figura 35, já o Perfil 2 demonstra concentrações elevadas ao longo de todo o perfil (Figura 36). Essa distribuição indica diferentes controles ambientais e deposicionais. Os teores elevados em profundidade, comuns a ambos os perfis, sugerem que o vale do Córrego da Contagem pode ter abrigado, no passado, ambientes com drenagem deficiente e saturação hídrica prolongada, condições propícias ao acúmulo de matéria orgânica. Como destacado por Silva (2018), tais cenários favorecem a formação de ambientes anóxicos, nos quais a atividade microbiana aeróbia, que é o principal agente de decomposição, é restringida.

Figura 35 - Gráfico dos resultados de matéria orgânica no Perfil 1
Matéria orgânica por horizonte de solo do Perfil 1



Fonte: Elaboração própria.

Figura 36 - Gráfico dos resultados de matéria orgânica no Perfil 2
Matéria orgânica por horizonte de solo do Perfil 2



Fonte: Elaboração própria.

No caso do Perfil 2, a continuidade de camadas com caráter húmico em profundidade bem preservados indica a possível existência de um antigo ambiente lacustre ou de uma turfeira intermontana. Já os picos isolados do Perfil 1 podem estar associados à deposição de matéria orgânica em antigos canais abandonados ou áreas encharcadas temporárias, posteriormente soterradas por pulsos de sedimentos minerais. A elevada humificação das camadas orgânicas, observada em ambos os perfis, aponta para um estágio avançado de decomposição e polimerização de substâncias húmicas, consistente com a atuação de microrganismos anaeróbios em ambientes úmidos e de longa duração (Mello *et al.*, 2016).

Do ponto de vista ambiental, os resultados obtidos assumem grande relevância diante do cenário atual de agravamento das mudanças climáticas e intensificação do efeito estufa. Solos que armazenam carbono em profundidade, como os do vale do Córrego da Contagem, configuram-se como importantes reservatórios estratégicos de carbono, contribuindo para o sequestro de CO₂ atmosférico e, conseqüentemente, para a redução da concentração de gases de efeito estufa. De acordo com o IPCC (2019), os solos representam a maior reserva terrestre de carbono orgânico, superando a soma do carbono presente na vegetação e na atmosfera, o que torna sua conservação um elemento-chave para a mitigação climática.

Os estoques de carbono localizados em horizontes profundos possuem relevância ainda maior, pois apresentam maior estabilidade em relação aos depósitos superficiais. Enquanto o carbono da camada superior do solo está mais exposto à decomposição rápida, às perturbações antrópicas e à erosão, os horizontes profundos encontram-se protegidos por condições físicas (baixa oxigenação, saturação hídrica) e químicas (associação com minerais e baixa atividade microbiana), o que garante maior tempo de residência desse carbono no sistema (Jobbágy, Jackson, 2000).

A relevância desse processo é destacada por Lal (2004), ao afirmar que a estabilização de carbono no solo constitui uma das estratégias mais eficazes para mitigar o aquecimento global, com potencial comparável ao de medidas de reflorestamento e manejo sustentável do uso da terra. Além disso, o acúmulo de carbono em ambientes desenvolvidos sobre substratos quartzíticos, como observado neste estudo, desafia a expectativa de baixa capacidade de retenção em solos arenosos (Costa *et al.*, 2008). Esse resultado indica que a geomorfologia fluvial e os processos paleoambientais da região foram determinantes para a formação de depósitos de matéria orgânica em profundidade, o que amplia a compreensão sobre como sistemas tropicais de montanha podem atuar no ciclo global do carbono. Vasques *et al.*, (2017) ressaltam que a preservação de solos ricos em carbono orgânico não só contribui para mitigar emissões, mas também mantém serviços ecossistêmicos, como a regulação hidrológica e a resiliência de ecossistemas frente a extremos climáticos.

Portanto, os resultados obtidos mostram evidências de que mesmo áreas restritas e pouco visíveis na paisagem podem desempenhar papel significativo na mitigação do efeito estufa. Assim, reconhecer e conservar esses reservatórios ocultos de carbono é essencial para estratégias globais de enfrentamento da crise climática, reforçando que a proteção dos solos vai muito além da escala edáfica, sendo parte integrante das soluções para estabilizar o clima do planeta (Vasques *et al.*, 2017).

Por fim, a integração entre os dados analíticos e a análise geomorfológica sugere que o vale do Córrego da Contagem pode ter funcionado, no passado, como um ambiente pantanoso ou paludoso, cuja drenagem deficiente favoreceu o acúmulo de matéria orgânica posteriormente preservada por soterramento e exposta por erosão seletiva (Costa *et al.*, 2008). A variabilidade espacial identificada entre os perfis evidencia a complexidade da dinâmica pedogenética em ambientes fluviais tropicais de montanha, reforçando que mesmo áreas restritas na paisagem atual podem atuar como zonas-chave de acúmulo e preservação de carbono ao longo do tempo (Reis, 2012). Mudanças no regime hidrológico pode inverter esse

papel, transformando reservatórios estáveis em fontes ativas de carbono, amplificando o efeito estufa e acelerando o aquecimento global.

6.3. Gênese e evolução de níveis deposicionais fluviais ricos em matéria orgânica na bacia do Córrego da Contagem

A análise morfométrica e morfológica estão de acordo com o esperado para uma pequena bacia hidrográfica em um ambiente serrano, dominado por litologias mais resistentes como os quartzitos e metaconglomerados. Entre os resultados, se destaca o fato de a bacia alongada apresentar resultados que indicaram uma menor probabilidade de eventos de cheias intensas, com tempo suficiente para a água fluir sem gerar inundações. No entanto, como a Serra do Espinhaço Meridional, como um todo, apresenta um controle litoestrutural marcante, e com segmentos de canal fluvial que apresentam declividades mais baixas, como ocorre com boa parte do médio/baixo curso do córrego da Contagem, é provável que nesse segmento de médio/baixo curso, em momentos de chuvas mais intensas, as inundações mais importantes tenham ocorrido e, nesse contexto, favorecido a acumulação de sedimentos, formando, no passado, as planícies de inundação que hoje, depois de abandonadas, representam os terraços fluviais observados na área.

Ao verificar os dados da análise morfológica e morfométrica, observa-se que os dados sobre a forma da bacia (K_f e K_c) indicam uma bacia menos propensa a inundações em condições normais de precipitação. No entanto, os canais predominantemente retilíneos (que escoam a água com maior velocidade, incluindo o I_s), o substrato rochoso (quartzitos menos porosos que contribuem para o maior escoamento superficial) e outros parâmetros morfométricos como D_d , D_h e C_m permitem inferir condições geomorfológicas que favorecem a concentração de água pluvial no canal principal com certa facilidade, mesmo em contexto de precipitações normais. Se for considerado que em determinados pontos do vale fluvial podem ser encontrados segmentos mais estreitos que podem dificultar a vazão, então tem-se um contexto ideal para a ocorrência de inundação e a sedimentação nesses trechos menos declivosos que antecedem segmentos de estreitamento do vale.

A D_d , D_h e C_m são parâmetros que indicam que a bacia do Córrego da Contagem tem pequena capacidade de formação de novos canais. Isso contrasta com o I_r e com os dados sobre declividade média dos canais, por exemplo, segundo os quais haveria energia suficiente para o aumento do número de canais e a ampliação da dissecação nos diferentes compartimentos altimétricos da bacia investigada. Contudo, mais uma vez o controle

litoestrutural se apresenta como um fator condicionante na configuração geomorfológica. Assim, o substrato mais resistente parece favorecer o controle e a menor intensidade da erosão pluvial e fluvial e a manutenção dos canais ativos em conformidade com aspectos estruturais, como contatos litológicos, falhas, fraturas e mergulho das camadas rochosas.

Nesse sentido, os resultados da análise morfométrica da bacia do Córrego da Contagem reforçam a interpretação da dinâmica fluvial apresentada. A forma alongada da bacia, expressa pelos baixos valores de índice de circularidade e fator de forma, indica uma resposta hidrológica mais lenta, com maior tempo de concentração do escoamento superficial, reduzindo a ocorrência de cheias bruscas e favorecendo a dissipação gradual da energia hídrica ao longo do canal (Horton, 1945). Entretanto, a presença de segmentos com menor declividade longitudinal do canal, sobretudo no médio e baixo curso, configura áreas propícias à redução da velocidade do fluxo e à deposição de sedimentos, especialmente durante eventos de precipitação mais intensos (Costa e Leite, 2023). Essa combinação entre morfometria favorável ao escoamento gradual e controle local da declividade contribui para a formação e preservação de superfícies deposicionais no fundo de vale.

A análise dos níveis deposicionais revela uma dinâmica fluvial controlada por níveis de base locais, sobretudo na transição do alto para o médio curso e do baixo curso para a foz no rio Paraúna. Como não foi possível identificar níveis deposicionais em contexto de vertentes, pressupõe-se que a dinâmica fluvial pretérita era marcada por muita energia ou ainda que, ao longo do tempo, os fragmentos de níveis deposicionais que sobraram acabaram sendo descaracterizados ou destruídos pelos processos de vertente. De modo geral, o fundo de vale conta, no máximo, com dois níveis deposicionais: no alto curso, dois terraços; no médio/baixo curso, um terraço e uma planície.

Os terraços mais recentes (N1), tanto na porção superior como na inferior do vale, e a planície de inundação são caracterizados pelo intenso acúmulo de matéria orgânica. Nesse sentido, enquanto os terraços são mais espessos e de maior expressão lateral, a planície, no médio/baixo curso, apresenta-se com maiores limitações, tanto em espessura como em extensão lateral. De todo modo, os dados verificados em campo e laboratório indicam que desde a formação desses terraços a bacia do Córrego da Contagem apresenta condições para o acúmulo de matéria orgânica.

Considerando as características ambientais da área investigada, sobretudo o contexto de maior disponibilidade de sedimentos arenosos, e considerando a existência de uma vegetação de menor porte, é possível que a matéria orgânica identificada em campo e confirmadas em laboratório sejam resultado de acúmulo após a formação dos depósitos

sedimentares que hoje são terraços. A proximidade com o curso d'água e as condições de drenagem prejudicadas pela litologia menos porosa, sobretudo no médio/baixo curso, pode ajudar a compreender o acúmulo de matéria orgânica. No caso da planície de inundação, é possível até que a formação de camadas ricas em matéria orgânica seja o resultado da remobilização de sedimentos do terraço fluvial, favorecida pela drenagem ruim devido à sua localização.

Com relação às tradagens, a tradagem em posição mais elevada no médio/baixo curso (e distante do N1 nesse segmento) apresentou coloração escura relacionada à matéria orgânica e a tradagem no ponto mais próximo do canal, um pouco acima do N1, não apresentou sinal de matéria orgânica. Embora tenha surpreendido inicialmente, uma análise mais cuidadosa revela que as condições ambientais podem estar favorecendo essa situação. A tradagem na porção mais elevada (T1) ocorreu em um ponto localizado em uma espécie de campo mais aplainado e com uma leve depressão, localizado às margens da vertente. Assim, é possível supor que essa zona ligeiramente deprimida favoreceu não somente o acúmulo de matéria orgânica da própria área deprimida, como também da vertente, em sua lateral. Outro aspecto importante é a consideração da litologia e do clima local. De fato, a litologia é marcada por rochas metapelíticas, menos permeáveis/porosas do que outras rochas locais e o clima é mais ameno, favorecido pelo fator altitude. Assim, nesse contexto bem específico, é possível que a combinação dessas características tenha favorecido a acumulação de matéria orgânica sem que houvesse, no setor onde ocorreu a tradagem, a contribuição de sedimentação fluvial.

Na outra tradagem (T2), embora mais perto do curso d'água, os materiais analisados (não eram sedimentos, era solo) apresentaram coloração muito clara, que descartou a possibilidade de acumulação de matéria orgânica. No setor onde ocorreu a T2 também havia muitos cupinzeiros e todos eles apresentavam coloração clara, que descartava a presença de acúmulo de matéria orgânica. Assim, mesmo com litologia e clima semelhante à T1, a T2 não apresenta uma zona deprimida que facilitaria o acúmulo de água e matéria orgânica ao longo do tempo.

Outro aspecto relevante referente aos níveis deposicionais diz respeito a uma transição de uma dinâmica fluvial que favoreceu a formação de terraços mais espessos no passado, para uma dinâmica atual na qual o alto curso apresenta segmentos de planície esparsos e no médio/baixo curso planície que acompanha quase todo o segmento fluvial, mas com restrições de espessura e de extensão lateral. Nesse sentido, alterações no regime de chuvas e consequente alteração nas condições de vazão podem explicar o abandono dos terraços N1, nos dois segmentos fluviais, bem como o embutimento da planície no N1 e o seu caráter menos

expressivo, como citado anteriormente. Seria possível aventar a possibilidade de perda de áreas de contribuição, o que levaria à redução da vazão e readequação dos processos sedimentares. No entanto, o atual contexto das bacias hidrográficas vizinhas, bem como os divisores hidrográficos bem definidos auxiliam em uma interpretação que descarta eventos de pirataria e rearranjo fluvial, sobretudo no período que compreende a formação dos terraços N1.

Os resultados obtidos a partir da análise de Carbono Orgânico Total (COT) reforçam as interpretações geomorfológicas e sedimentares apresentadas ao longo deste trabalho. Os maiores teores de COT concentram-se nos terraços fluviais mais recentes (N1) e na planície de inundação, indicando que esses ambientes apresentam, desde sua formação, condições favoráveis à acumulação e preservação da matéria orgânica. Conforme destacado por Medeiros *et al.*, (2012), ambientes fluviais caracterizados por baixa energia hídrica, saturação prolongada do solo e deposição de sedimentos finos favorecem a redução da oxigenação do meio, criando condições propícias à conservação do carbono orgânico.

Nesse sentido, os valores de COT obtidos são compatíveis com aqueles descritos em outros estudos realizados em ambientes fluviais tropicais, nos quais a interação entre dinâmica hidrossedimentar, cobertura vegetal e processos pedogenéticos controla a distribuição da matéria orgânica nos fundos de vale (Santos *et al.*, 2013). Assim, os dados de COT não apenas validam as interpretações geomorfológicas, como também reforçam a importância dos níveis deposicionais fluviais como arquivos paleoambientais.

A gênese e a evolução dos níveis deposicionais fluviais ricos em matéria orgânica na bacia do Córrego da Contagem refletem a atuação conjunta do controle litoestrutural, da dinâmica hidrossedimentar e das condições climáticas, sob condições ambientais favoráveis à deposição e preservação de sedimentos finos. A alternância entre fases de maior energia hídrica, foram responsáveis pela agradação e formação dos terraços fluviais, e fases de menor energia, associadas à estabilização das superfícies deposicionais e ao desenvolvimento de processos pedogenéticos (Jobbágy, Jackson, 2000).

Os depósitos analisados configuram, portanto, arquivos deposicionais capazes de registrar tanto a evolução geomorfológica da bacia quanto às condições paleoambientais responsáveis pelo acúmulo e preservação da matéria orgânica (Jobbágy, Jackson, 2000). A distribuição espacial dos níveis deposicionais, associada aos resultados de Carbono Orgânico Total e às evidências pedogenéticas observadas, reforça a importância dos fundos de vale da Serra do Espinhaço Meridional como registros sensíveis das variações hidrossedimentares e ambientais em sistemas fluviais serranos, contribuindo para a compreensão da dinâmica fluvial e da evolução da paisagem em ambientes tropicais (Reis, 2012).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo investigar a influência dos processos fluviais na configuração geomorfológica da bacia hidrográfica do Córrego da Contagem, inserida no contexto da Serra do Espinhaço Meridional, com ênfase na caracterização dos fundos de vale, ambientes fluviais marginais e níveis deposicionais associados. A integração entre análises morfológicas, morfométricas, mapeamento geomorfológico, descrições estratigráficas em campo e quantificação do Carbono Orgânico Total permitiu uma leitura sistêmica da dinâmica fluvial da bacia, evidenciando a complexidade dos processos responsáveis pela construção e remodelação da paisagem.

Os resultados morfométricos indicaram que a bacia do Córrego da Contagem apresenta forte controle estrutural e litológico, refletido na organização da rede de drenagem, na hierarquia fluvial, nos índices de sinuosidade e na eficiência do escoamento superficial. Esses parâmetros corroboram a influência das rochas quartzíticas e metassedimentares do Espinhaço Meridional na compartimentação do relevo, condicionando tanto a incisão dos canais quanto a preservação de superfícies deposicionais ao longo do fundo de vale.

A caracterização dos níveis deposicionais fluviais permitiu identificar diferentes estágios evolutivos do sistema fluvial, associados a ciclos de agradação, incisão e abandono de superfícies. Os terraços fluviais analisados registram alternância entre fácies de alta e baixa energia, evidenciando pulsos hidrossedimentares episódicos e ajustes sucessivos do canal em resposta a variações do nível de base local. O reconhecimento de linhas de pedra, depósitos arenosos estratificados e níveis areno-argilosos escurecidos reforça a interpretação de um sistema fluvial dinâmico, típico de ambientes de alto curso e serranos inseridos em contexto estruturalmente controlado.

A análise da matéria orgânica nos depósitos fluviais revelou-se um importante indicador geomorfológico e paleoambiental. A expressiva acumulação e preservação de matéria orgânica observada em determinados níveis está diretamente associada a paleoambientes de baixa energia, saturação hídrica prolongada e acúmulo de água, condições que favoreceram a conservação do carbono orgânico até os dias atuais. Esses resultados reforçam a relevância da matéria orgânica não apenas como atributo pedológico, mas como elemento fundamental na interpretação da dinâmica fluvial passada, permitindo inferir fases de estabilidade geomorfológica, ambientes brejosos marginais e variações no regime hidrossedimentar.

A planície de inundação ativa analisada confirmou a atuação atual dos processos fluviais, caracterizada pela alternância entre eventos de alta energia associados às cheias e fases

de deposição mais tranquila, responsáveis pela formação de depósitos arenosos com intercalações finas ricas em matéria orgânica. Esse ambiente evidencia a continuidade da dinâmica fluvial atual e sua relação direta com os terraços adjacentes, reforçando a leitura integrada do fundo de vale como um sistema em constante transformação.

As tradagens realizadas complementaram a análise ao registrar ambientes de transição entre áreas diretamente influenciadas pela dinâmica fluvial e setores controlados predominantemente por processos pedogenéticos e pelo material de origem. A distinção entre ambientes aluvionares, áreas de saturação hídrica pretérita e setores mais estáveis do ponto de vista geomorfológico contribuiu para o entendimento da heterogeneidade espacial da bacia e da interação entre processos fluviais, pedológicos e estruturais.

Dessa forma, o estudo evidenciou que a bacia hidrográfica do Córrego da Contagem apresenta uma evolução geomorfológica fluvial marcada por ajustes sucessivos do sistema de drenagem, fortemente condicionados pelo controle litológico e estrutural do Espinhaço Meridional. Os fundos de vale e os níveis deposicionais preservam registros importantes da história hidrossedimentar da bacia, constituindo arquivos naturais fundamentais para a reconstrução da dinâmica ambiental pretérita.

Como perspectiva para trabalhos futuros, destaca-se a possibilidade de aprofundamento cronológico dos níveis deposicionais por meio de técnicas de datação absoluta, como Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), o que permitiria estabelecer uma sequência temporal mais precisa da evolução fluvial. Além disso, estudos comparativos com outras sub-bacias do Espinhaço Meridional poderiam contribuir para identificar padrões regionais de incisão e agradação fluvial. Além de que seria interessante ser feita a análise granulométrica dos níveis estudados para que seja possível entender a quantificação da distribuição granulométrica nesses níveis de análise.

Por fim, os resultados obtidos neste trabalho reforçam a importância dos estudos geomorfológicos fluviais em escalas locais e regionais, não apenas para a compreensão científica da evolução da paisagem, mas também como subsídio para o planejamento ambiental, a gestão dos recursos hídricos e a conservação dos ambientes fluviais da Serra do Espinhaço Meridional.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1969.
- ABREU, P. A. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. *Geonomos*, Belo Horizonte, 1995.
- ADERALDO, P. I.; PEREZ FILHO, A. Terraços fluviais no baixo curso do Rio Piranhas-Açu como contribuição geocronológica holocênica. *Revista Equador*, v. 9, n. 3, p. 178-188, 2020.
- ALLAN, J. D. **Stream ecology: structure and function of running waters**. London: Chapman & Hall, 1995.
- ALKMIM, F. F.; PEDROSA-SOARES, A. C.; NOCE, C. M.; CRUZ, S. C. P. Sobre a evolução tectônica do Orógeno Araçuaí–Congo Ocidental. *Geonomos*, v. 15, n. 1, p. 25-45, 2007.
- ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 4, p. 319-322, 1977.
- ANDRADE, A. A. **Arquivos fluviais tecnogênicos na Serra do Espinhaço Meridional: influências antrópicas na configuração do vale do Ribeirão Datas**. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2024.
- AUGUSTIN, C. H. R. R.; FONSECA, B. M.; ROCHA, L. C. Mapeamento geomorfológico da Serra do Espinhaço Meridional: primeira aproximação. *Geonomos*, 2011.
- BAPTISTA, M. N. **Planícies de inundação: onde e como renaturalizar funções hídricas**. 2020. 95 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.
- BENITES, V. M.; SCHAEFER, C. E. G. R.; SIMAS, F. N. B.; SANTOS, H. G. **Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço**. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 30, p. 569–577, 2007.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.
- CARVALHO, A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Sequências deposicionais fluviais e evolução geomorfológica da bacia do Rio Paraúna – Serra do Espinhaço Meridional, Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v. 22, n. 4, p. 770-795, out./dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i4.1878>.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- CHARLTON, R. **Fundamentals of fluvial geomorphology**. London: Routledge, 2008.
- CHEREM, L. F. S. **Análise morfométrica da bacia do Alto Rio das Velhas-MG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CHEREM, L. F. S.; FARIA, S. D.; ZANCOPE, M. H. C.; SORDI, M. V.; NUNES, E. D.; ROSA, L. E. Análise morfométrica em bacias hidrográficas. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. (org.). **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 175-215.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 9, n. 18, p. 35-64, dez. 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas**. 1970. 215 p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Filosofia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COLTRINARI, L. Z. D. **Geomorfologia: caminhos e perspectivas**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 1, n. 1, 2000.

CORDEIRO, A. M. N.; GARCEZ, D. S.; BASTOS, F. H. A influência dos componentes geoambientais e das intervenções antropogênicas nos movimentos de massa na sub-bacia hidrográfica do rio Pirapora, Maranguape–Ceará. *Geografia: Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 135–154, jan./abr. 2014. DOI: <https://doi.org/10.5902/223649947779>.

CORDEIRO, J. S. **Evolução hidrogeomorfológica de sistemas fluviais afetados por ruptura de barragem de rejeito**. 2022. 288 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

COSTA, E. S.; LEITE, E. F. Análise morfométrica na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho-MS. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas*, p. 123-147, 2023.

COSTA, E. S.; LEITE, E. F. Análise da morfometria areal da bacia hidrográfica do rio Nioaque-MS. *Revista Pantaneira*, v. 18, edição especial: IV Workshop do PPGEO/CPAQ/UFMS e 3ª Mostra de Pesquisa dos Cursos de Pós-Graduação e Graduação em Geografia, UFMS, Aquidauana, nov. 2020.

COSTA, F. S. S. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.

COSTA, P.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Estilos fluviais de fundos de vale no Quadrilátero Ferrífero: o caso do Ribeirão do Gaia. *Revista Espinhaço*, v. 4, n. 2, p. 13-24, 2015.

COTA, G. E. M.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Processos de encouraçamento de leitos fluviais: sistematização de bases teóricas e estudo de caso na Serra do Espinhaço Meridional (MG). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, n. 4, 2018.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Geodiversidade do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CPRM, 2014.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP a partir de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 16, n. 2, 2015.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2017.

FARIA, A. P. Transporte de sedimentos em canais fluviais de primeira ordem: respostas geomorfológicas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 2, 2014.

FELTRAN FILHO, A.; LIMA, E. F. Considerações morfométricas da bacia do rio Uberabinha – Minas Gerais. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 65-80, jun. 2007.

FRAGA, L. M. S.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; NEVES, S. C. Hidrologia e hidrografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 81–93.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

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

HOBBS, W. H. Lineaments of the Atlantic border region. *Geological Society of America Bulletin*, v. 15, n. 1, p. 483-506, 1904.

HORÁK, I.; VIDAL-TORRADO, P.; SILVA, A. C.; PESSEDA, L. C. R. Pedological and isotopic relations of a highland tropical peatland, Mountain Range of the Espinhaço Meridional (Brazil). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 41–52, 2011.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrographical approach to quantitative morphology**. *Geological Society of America Bulletin*, v. 56, n. 2, p. 275-370, 1945.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **2019 refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Genebra: IPCC, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>. Acesso em: 23 set. 2025.

JOBÁGY, E. G.; JACKSON, R. B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications*, v. 10, n. 2, p. 423-436, 2000.

KNAUER, L. G. O Supergrupo Espinhaço em Minas Gerais: considerações sobre sua estratigrafia e seu arranjo estrutural. *Geonomos*, v. 15, p. 81-90, 2007.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 11 jun. 2004.

LAVARINI, C.; PESCIOTTI, H.; COELI, L.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Hidrossedimentologia de ambientes fluviais naturais e sua relevância em estudos de cursos d'água artificializados: o caso do Córrego Ponte Queimada, Belo Horizonte/MG. 2011.

LELI, I. T.; STEVAUX, J. C.; NÓBREGA, M. T. Produção e transporte da carga suspensa fluvial: teoria e método para rios de médio porte. *Boletim de Geografia*, v. 28, n. 1, p. 43-58, 2010.

LIMA, A. S.; FONTES, A. L. Estudo de parâmetros morfométricos da sub-bacia hidrográfica do rio Jacarecica (SE). *InterEspaço*, Grajaú, v. 1, n. 3, p. 203-221, ed. especial, 2015.

LIMA, V. F. **Influência estrutural na configuração geomorfológica do setor Sudeste da Paraíba e Nordeste de Pernambuco**. 2021. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

LOPES, F. A.; CASTRO, P. T. A.; LANA, C. E.; DIAS, R. C. Identificação dos leques aluviais dissecados do Quadrilátero Ferrífero (MG) através de critérios espaciais e sedimentológicos. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 3, p. 1296-1311, 2021.

LUPINACCI, C. M.; SOUZA, T. A. Terraços fluviais como indicadores da dinâmica geomorfológica no Quaternário: estudo de caso na Depressão Periférica Paulista. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 427-444, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i2.1562>.

MACHADO, G. M. V.; ALBINO, J. Depósitos quaternários sensíveis à inundação costeira em um litoral recortado: caso de Vitória e Vila Velha, ES (Brasil). *Geosul*, Florianópolis, v. 39, n. 89, p. 298-332, 2024.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeomorfologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. Depósitos fluviais e feições deposicionais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. (org.). **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020a. p. 259-278.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P.; LAVARINI, C. Unidades espaciais de estudo e elementos do sistema fluvial: bases conceituais. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. (org.). **Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020b. p. 51-78.

MARÇAL, M. S.; LIMA, R. N. S. Abordagens conceituais contemporâneas na geomorfologia fluvial. *Espaço Aberto*, v. 6, n. 1, p. 17-33, 2016.

MARTINS, M. L. Os conflitos na mineração e a Justiça Diamantina, Minas Gerais, décadas de 1850-1880. *Varia Historia*, v. 30, p. 207-230, 2014.

MEDEIROS, P. C.; CANALI, N. E. Relações de poder e resistências na gestão territorial das bacias hidrográficas no estado do Paraná. *GEOUSP: Espaço e Tempo*, v. 16, n. 1, p. 4-17, 2012.

MELLO, C. R. Caracterização físico-química e gênese de solos em diferentes unidades geomorfológicas de bacias hidrográficas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, n. 1, p. 125-137, 2016.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S.; MORALES, M. M.; SILVA, B. R. Carbono total e frações químicas de carbono do solo. In: MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. (org.). **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. cap. 1, p. 9-15.

MIALL, A. D. **Fluvial depositional systems**. Cham: Springer, 2014.

MILANI, J. R.; CANALI, N. E. O sistema hidrográfico do rio Matinhos: uma análise morfométrica. *RA'E GA – O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 4, p. 139-152, 2000.

MONTGOMERY, D. R. **Earth surface processes**. New York: W. H. Freeman, 2007.

MORAIS, F. Geomorfologia fluvial da bacia hidrográfica do Ribeirão Jaú-Palmas-TO. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium*, v. 1, n. 2, p. 331-351, 2010.

MORETTI, R. S. Terrenos de fundo de vale: conflitos e propostas. *Téchne*, São Paulo, v. 9, n. 48, p. 64-67, 2000.

NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 28, p. 621-658, 1997.

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. Fisiografia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 47-58.

OLIVEIRA, E. F. **Paleossolos como ferramentas para reconstituição de paleoambientes das partes proximal e medial de um sistema distributário fluvial do Grupo Bauru, Cretáceo Superior na região do Triângulo Mineiro**. 2021. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 592 p.

OLIVEIRA, L. A. F. **A dinâmica fluvial quaternária e a configuração do modelado do relevo no contato entre a depressão do Rio Pombo e o Planalto de Campos das Vertentes – Zona da Mata de Minas Gerais**. 2012. 246 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

- PAZZAGLIA, F. J. Fluvial terraces. In: SHRODER, J. F. (org.). **Treatise on geomorphology**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2022. v. 9, p. 379–407.
- PEDREIRA, M. M. Limnologia. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 97–117.
- PEIXOTO, J. R. P.; HEILBRON, M. Dinâmica fluvial e formas associadas: uma abordagem integrada. *Geociências*, v. 25, n. 4, p. 311-322, 2006.
- PELECH, A. S. Classificações geomorfológicas de rios: uma breve discussão teórica. *William Morris Davis – Revista de Geomorfologia*, v. 2, n. 2, p. 1-27, 15 dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v2n2.2021.170>.
- PEREIRA, P. P.; PAREDES, E. A.; OKAWA, C. M. Diagnóstico preliminar da integridade ambiental de fundos de vale. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, p. 739-749, 2018.
- REIS, C. E. S. **Estoque e qualidade da matéria orgânica e retenção de carbono em perfis de dois latossolos subtropicais sob diferentes manejos**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- ROCHA, P. C. Indicadores de alteração hidrológica no Alto Rio Paraná: intervenções humanas e implicações na dinâmica do ambiente fluvial. *Sociedade & Natureza*, v. 22, p. 191-211, 2010.
- RODRIGUES, S. C.; SOUZA, A. L. T.; SIQUEIRA, T. Interações entre a vegetação ripária e a estabilidade de margens em rios do Cerrado. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 14, n. 2, p. 75–88, 2013.
- SAADI, A. **A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas relações com a estrutura geológica**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 5–20, 1995.
- SALIS, H. H. C.; COSTA, A. M.; VIANA, J. H. M.; SCHULER, A. E. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego do Marinheiro, Sete Lagoas – MG. *Boletim de Geografia*, Maringá, v. 37, n. 2, p. 186–201, 2019.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura. **Zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica: plano de gestão e gerenciamento da bacia do rio Araranguá**. Florianópolis: SDM – Instituto Cepa, 1997. 62 p. v. 3.
- SANTOS, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da Região de Lagoa da Confusão – TO. *Revista Geonorte*, v. 3, n. 4, p. 617-629, 2012.
- SANTOS, G. B. **Geomorfologia fluvial no Alto Vale do Rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero-MG: paleoníveis deposicionais e a dinâmica atual**. 2008.

SANTOS, G. B.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; CHEREM, L. F. S. Níveis de terraços fluviais e depósitos sedimentares correlativos no alto vale do rio das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 10, n. 1, p. 73–84, 2009.

SANTOS, V. C. **Processos fluviais em barras de soldamento: Rio Paraná – PR**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

SANTOS, V. C.; STEVAUX, J. C. Processos fluviais e morfologia em confluências de canais: uma revisão. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 18, n. 1, 2017.

SCHEIDEGGER, A. E. **The algebra of stream-order numbers**. *United States Geological Survey Professional Paper*, n. 56, p. 18-189, 1965.

SCHREVE, R. L. Statistical law of stream numbers. *Journal of Geology*, v. 74, n. 1, p. 17-37, 1966.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. *Geological Society of America Bulletin*, v. 67, p. 597-646, 1956.

SCHUMM, S. A. Patterns of alluvial rivers. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 13, p. 5-27, 1985.

SILVA, A. C. Solos. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). **Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. p. 61–77.

SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. **Clima e hidrologia da Serra do Espinhaço Meridional**. In: SILVA, A. C.; PEDREIRA, L. C. V. S. F.; ALMEIDA-ABREU, P. A. (org.). *Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes*. Belo Horizonte: O Lutador, 2016. p. 29–45.

SILVA, A. C.; SILVA, O. G. Análises dos padrões e estilos de canais a partir da paisagem geomorfológica fluvial na bacia do rio Una/PE. *Revista Cerrados*, v. 14, n. 2, p. 71-92, 2016.

SILVA, E. B.; SILVA, A. C.; GRAZZIOTTI, P. H.; FARMEZI, M. M. M.; FERREIRA, C. A.; COSTA, H. A. O.; HORÁK, I. Comparação de métodos para estimar a acidez potencial mediante determinação do pH SMP em organossolos da Serra do Espinhaço Meridional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2007–2013, 2008.

SILVA, N. B. **Geoquímica do carbono orgânico dissolvido em Plintossolos submetidos à saturação prolongada por irrigação em áreas úmidas do Cerrado**. 2018. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SOUZA FILHO, E. E.; RIGON, B. T. C. Avaliação da velocidade de deslocamento de barras fluviais do rio Paraná por meio de imagens CBERS/CCD. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 13, n. 1, p. 57-64, jan./mar. 2012.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, v. 63, n. 10, p. 1117-1142, 1952.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. *Geological Society of America Bulletin*, v. 69, p. 279-300, 1958.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

VASQUES, G. M.; MENDONÇA-SANTOS, M. L.; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO, E. F. M.; LIMA, E. S.; OLIVEIRA, L. B. **Mapa de estoque de carbono orgânico do solo (COS) a 0–30 cm do Brasil**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.