

# A ABORDAGEM MORFOMÉTRICA COMO ESTRATÉGIA DE COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO: BACIA DO RIO BAMBUÍ (ALTO SÃO FRANCISCO, MG)

*Morphometric Approach as a Strategy for Relief Compartmentalisation: The Bambuí River Basin (Upper São Francisco, Brazil)*

**Livia Lara Silva Pereira**

Mestranda em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

[liviaspereira7@gmail.com](mailto:liviaspereira7@gmail.com)

**Antônio Pereira Magalhães Júnior**

Professor do Departamento de Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

[antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com](mailto:antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com)

**Elizêne Veloso Ribeiro**

Professora do Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG - Campus Ouro Preto, Brasil

[elizene.ribeiro@ifmg.edu.br](mailto:elizene.ribeiro@ifmg.edu.br)

Recebido: 01/02/2026

Aceito: 15/04/2026

## Resumo

O trabalho apresenta uma proposta de compartimentação do relevo da bacia do rio Bambuí (Alto São Francisco, MG), fundamentada na análise morfométrica e na interpretação de suas implicações hidrogeomorfológicas, com o objetivo de compreender como esses compartimentos refletem a interação entre formas, materiais e processos que estruturam a paisagem. Foram selecionados os seguintes índices morfométricos: declividade, rugosidade, densidade de drenagem, circularidade, sinuosidade, razão de relevo, razão de textura e fator de assimetria de bacia de drenagem. Esses parâmetros foram calculados para a bacia principal e 35 sub-bacias. Os procedimentos foram realizados no ambiente SIG (QGIS), a partir do MDE Copernicus (30 m), dos dados hidrográficos do IGAM, das bases geológicas do SGB e de observações de campo. A integração dos índices com informações de hipsometria, litologia e estrutura geológica permitiu reconhecer padrões espaciais do modelado do relevo e definir oito compartimentos morfométricos, que variam de superfícies planas e colinas suaves a patamares rugosos e serras acidentadas. Os resultados evidenciam forte controle estrutural e litológico sobre a configuração do relevo e da rede de drenagem, especialmente nas zonas de contato litológico e na área de ruptura de declive associada à falha inversa regional. Os compartimentos identificados refletem diferentes níveis de energia do relevo e de atuação de processos erosivos e deposicionais. A abordagem morfométrica mostrou-se eficaz para revelar a organização espacial dos processos geomorfológicos, constituindo uma ferramenta relevante para os estudos do relevo e para o apoio à gestão territorial em áreas de elevada complexidade morfoestrutural.

**Palavras-chave:** Índices morfométricos, Compartimentação geomorfológica, Domínios do relevo.

## Abstract

This study presents a relief compartmentalisation proposal for the Bambuí River basin (Upper São Francisco River, Minas Gerais, Brazil), based on morphometric analysis and the interpretation of its hydrogeomorphological implications, to understand how these compartments reflect the interaction among landforms, materials, and processes that structure the landscape. The following morphometric indices were selected: slope, relief roughness, drainage density, circularity, sinuosity, relief ratio, texture ratio, and the drainage basin asymmetry factor. These parameters were calculated for the main basin and 35 sub-basins. The procedures were carried out in a GIS environment (QGIS) using the Copernicus Digital Elevation Model (30 m), hydrographic data from IGAM, geological datasets from the Geological Survey of Brazil (SGB), and field observations. The integration of morphometric indices with hypsometric, lithological, and structural information enabled the recognition of spatial patterns of relief morphology and the definition of eight morphometric compartments, ranging from smooth surfaces and fluvial plains to dissected stepped terrains and steep mountain ranges. The results highlight strong structural and lithological control over relief configuration and drainage network organisation, particularly in lithological contact zones and in the areas associated with a regional reverse fault. The identified compartments reflect different levels of relief energy and the predominance of erosional and depositional processes. The morphometric approach proved effective in revealing the spatial organisation of geomorphological processes, constituting a relevant tool for relief studies and for supporting territorial management in areas of high morphostructural complexity.

**Keywords:** Morphometric indices, Geomorphological compartmentalization, Relief domains.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da configuração do relevo é fundamental para compreender a dinâmica das paisagens, refletindo a interação entre processos morfogenéticos, materiais constituintes e a rede de drenagem. A análise morfométrica tem o potencial de oferecer informações numéricas capazes de descrever, de forma objetiva, características físicas de bacias hidrográficas (Silva *et al.*, 2006), mensurando atributos geométricos do modelado superficial e dos cursos d'água. A partir dos dados numéricos, é possível detectar padrões de dissecação, organização da drenagem e energia do relevo (Cherem, 2008), características que refletem a atuação integrada de dinâmicas endógenas e exógenas. Dessa forma, a morfometria permite uma análise quantitativa das conexões entre processos e condicionantes do relevo em uma bacia, constituindo uma importante ferramenta para a análise geomorfológica (Magalhães Júnior; Barros, 2020).

Os índices morfométricos utilizam como base as medidas de diferentes atributos do relevo e da rede de drenagem, como o perímetro da bacia e o comprimento total dos cursos d'água. Com esses dados, são realizados cálculos que auxiliam na observação de características que não são facilmente perceptíveis por análises qualitativas, possibilitando

interpretações sobre processos hidrológicos e morfodinâmicos (Christofoletti, 1980; Almeida *et al.*, 2013). O estudo integrado desses índices permite avaliar tendências presentes em determinadas áreas da bacia, como a maior ou menor capacidade de infiltração, a concentração ou dispersão do escoamento, e o grau de suscetibilidade a picos de enchentes (Santos *et al.*, 2006). Quando empregados em escalas mais detalhadas, esses índices fornecem uma base sólida para compreender a variação espacial de formas, materiais e processos geomorfológicos, permitindo a identificação de padrões que levam a uma compartimentação mais precisa do relevo.

A compartimentação do relevo se baseia na delimitação de unidades espaciais relativamente homogêneas, possibilitando interpretações mais precisas sobre a fisionomia, as estruturas e a dinâmica hídrica das paisagens. A espacialização das unidades de relevo se mostra, assim, uma ferramenta relevante para estudos geomorfológicos e para a gestão territorial, especialmente em áreas caracterizadas por elevada heterogeneidade morfoestrutural, como a bacia do rio Bambuí (BRB).

O rio Bambuí é um dos afluentes diretos do Alto São Francisco (MG) e sua bacia hidrográfica apresenta um modelado superficial complexo. Com cerca de 2.000 km<sup>2</sup>, a BRB está localizada na borda do Cráton do São Francisco e foi afetada por importantes eventos tectônicos ao longo do tempo, resultando na diversidade de estruturas geológicas, litologia variada e riqueza em sistemas fluviais (Pereira, 2025). Apesar da sua expressividade geomorfológica, ainda há lacunas no que diz respeito à representação do relevo e da morfometria da BRB.

Com base nisso, este trabalho tem como objetivo elaborar uma proposta de compartimentação do relevo da bacia do rio Bambuí com base na configuração morfométrica, analisando suas implicações hidrogeomorfológicas em diferentes escalas de bacias. Para alcançar esse objetivo geral, buscou-se atingir os seguintes objetivos específicos: a) analisar os resultados dos índices morfométricos selecionados para a bacia e suas sub-bacias; b) identificar compartimentos homogêneos com base na integração dos parâmetros obtidos; e c) interpretar como esses compartimentos refletem a interação entre formas, materiais e processos que estruturam a paisagem.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado com base nas seguintes etapas metodológicas: 1) Coleta de dados secundários; 2) Seleção e delimitação das sub-bacias; 3) Geração dos índices

morfométricos; 4) Etapa de campo; 5) Interpretação integrada dos dados obtidos; e 6) Compartimentação morfométrica do relevo.

Na primeira etapa, realizou-se a coleta dos dados necessários para a análise. O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado foi o Copernicus, com resolução espacial de 30 metros, obtido por meio do portal “OpenTopography”, mantido pela Divisão de Ciências da Terra (EAR) da Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos (NSF). Além disso, foram baixadas, na plataforma digital do Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), as camadas vetoriais correspondentes às bacias hidrográficas e à rede hidrográfica ottocodificadas na escala de 1:50.000.

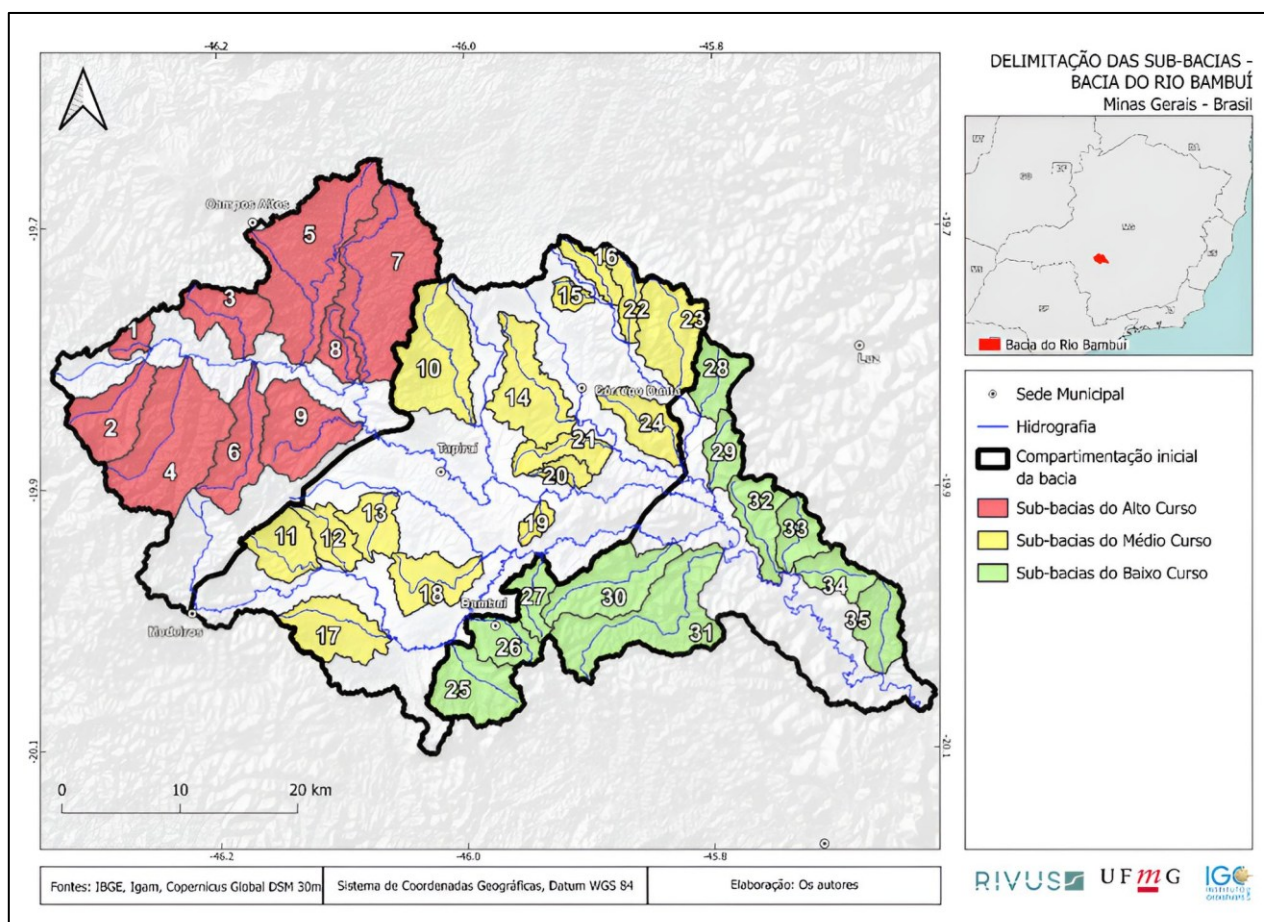
A partir do download desses dados, os procedimentos de análise foram realizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). No software QGIS, foi utilizado o complemento “GRASS” para gerar, de forma automatizada, os mapas de hipsometria, declividade e rugosidade do relevo. Para a análise da rede de drenagem, o shapefile da hidrografia foi utilizado na ferramenta “Densidade de Kernel”, possibilitando a representação espacial da densidade de drenagem. Essa análise preliminar da morfometria permitiu subdividir a bacia do rio Bambuí em três compartimentos iniciais: Alto Curso, Médio Curso e Baixo Curso. Esses compartimentos serviram de base para a definição das sub-bacias analisadas. Foram elaborados também mapas temáticos de geologia na escala de 1:100.000, com base em dados obtidos pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB), para fins de caracterização da área.

Na segunda etapa, a delimitação das sub-bacias foi realizada com base nos arquivos obtidos pelo IGAM das bacias e da rede hidrográfica ottocodificadas. Em seguida, as sub-bacias foram selecionadas de acordo com o critério de estarem completamente inseridas em apenas um dos compartimentos mencionados anteriormente, sem sobreposição entre eles. Dentro desse parâmetro, foram escolhidas apenas as unidades de maior área, que deveriam ser superiores a 6 km<sup>2</sup>.

Seguindo essas condições, foi possível selecionar sub-bacias bem distribuídas ao longo da BRB, aumentando a sensibilidade da análise morfométrica às variações internas do modelado do relevo e evidenciando heterogeneidades que tenderiam a ser generalizadas com a escolha de unidades espaciais mais extensas. Ao todo, foram utilizadas 35 sub-bacias, sendo 9 no Alto Curso, 15 no Médio e 11 no Baixo. A Figura 1 representa a delimitação das sub-bacias e a compartimentação inicial da BRB.

Na terceira etapa, foram calculadas variáveis que descrevem as características fisiográficas de cada uma das sub-bacias: área, perímetro, extensão do canal principal,

quantidade de cursos d'água, comprimento total da rede de drenagem, extensão do canal axial, amplitude altimétrica e as cotas altimétricas mínima, média e máxima. Os cálculos foram realizados no QGIS, utilizando a ferramenta "calculadora de campo".



**Figura 1** - Delimitação das sub-bacias e a compartimentação inicial da bacia.

**Fonte:** Pereira, 2025.

Com essas medidas, foi possível aplicar os seguintes índices morfométricos para todas as unidades: sinuosidade ( $I_s$ ), circularidade ( $I_c$ ), coeficiente de manutenção ( $C_m$ ), concentração de rugosidade ( $I_{cr}$ ), densidade de drenagem ( $D_d$ ), razão de relevo ( $R_r$ ), razão de textura ( $R_t$ ) e fator de assimetria de bacia de drenagem (FABD).

A escolha desses indicadores visou abranger diferentes dimensões do relevo e sua relação com a rede de drenagem, considerando aspectos como grau de dissecação, variação altimétrica do terreno, energia dos fluxos d'água e capacidade de erosão e deposição. Embora alguns índices apresentem funções similares, cada um abrange processos específicos e complementares da morfodinâmica da bacia, permitindo a leitura integrada entre forma, energia do relevo e organização da drenagem. O Quadro 1 explicita as descrições, aplicações, fórmulas e referências dos índices utilizados.

**Quadro 1:** Descrição dos índices morfométricos utilizados.

Índice	Descrição	Aplicação	Fórmula	Referência
<b>Índice de sinuosidade (Is)</b>	Medida utilizada para identificar o grau de curvatura de um curso d'água	Analisar padrões fluviais, avaliar a capacidade de carga de sedimentos do curso d'água	$Is = L/Dv$	Horton (1945)
<b>Índice de circularidade (Ic)</b>	Medida utilizada para avaliar o formato de uma bacia hidrográfica em relação a um círculo perfeito	Determinar se a bacia é mais achatada (mais propensa a enchentes) ou mais alongada (volume de água mais bem distribuído ao longo da bacia)	$Ic = 12,57*(A/P^2)$	Miller (1953)
<b>Coefficiente de manutenção (Cm)</b>	Parâmetro que determina a área mínima necessária para manter 1 metro de canal de escoamento permanente	Indicar se a drenagem é muito densa (comum em áreas dissecadas e em solos impermeáveis) ou pouco densa (típica de solos permeáveis e áreas menos dissecadas)	$Cm = 100/Dd$	Christofoletti (1980)
<b>Índice de rugosidade do relevo (Ir)</b>	Parâmetro que representa aspectos da declividade e do comprimento da vertente de uma bacia hidrográfica	Indicar se o relevo da bacia é mais dissecado (possui maior energia, mais propenso a cheias) ou menos dissecado (menor energia, menor densidade de drenagem)	$Icr = \Delta H * Dd$	Strahler (1958)
<b>Densidade de drenagem (Dd)</b>	Medida que indica a quilometragem de canais presentes para cada quilômetro <sup>2</sup> da bacia hidrográfica	Analisar o comportamento hidrológico, indicando a capacidade de infiltração e de formação de canais na bacia	$Dd = Ltot/A$	Christofoletti (1980)
<b>Razão de relevo (Rr)</b>	Medida que representa a relação entre a amplitude altimétrica da bacia hidrográfica e o comprimento de seu canal principal	Analisar a capacidade energética da bacia hidrográfica, dando noções da sua velocidade de escoamento e da sua suscetibilidade a processos erosivos	$Rr = \Delta H/L'$	Schumm (1956)
<b>Razão de textura (Rt)</b>	Medida que representa a relação entre o número de segmentos de rios e o perímetro da bacia hidrográfica	Avaliar o grau de dissecação do relevo e a capacidade de infiltração de água	$Rt = Nt/P$	Smith (1950)
<b>FABD</b>	Medida que representa a relação entre a área da margem direita do canal principal e a área total da bacia hidrográfica	Identificar o grau de assimetria do canal principal, podendo refletir anomalias e condições fluviais específicas do curso d'água	$FABD = \text{área da margem direita} / A$	Hare; Gardner (1985)
<b>Legenda:</b> L é o comprimento do canal axial; Dv é a distância vetorial do canal principal; A é a área da bacia; P é o perímetro da bacia; Dd é a densidade de drenagem; Ltot é o comprimento total dos canais; ΔH é a amplitude altimétrica da bacia; L' é o comprimento do canal axial; Nt é o número total de canais.				

**Fonte:** Pereira, 2025.

Na quarta etapa, foi realizado um trabalho de campo na BRB para reconhecimento da área. Os pontos visitados foram escolhidos com base na análise dos dados obtidos nas etapas anteriores e na identificação de zonas estratégicas, tanto por sua viabilidade logística quanto por sua expressividade geomorfológica. Foram visitados 9 pontos bem distribuídos ao longo da bacia e com características morfológicas bastante diversas.

Na quinta etapa, os valores dos índices obtidos para cada sub-bacia foram classificados com base no método “Quebras Naturais de Jenks”, que possibilitou a definição das classes baixo, médio-baixo, médio-alto e alto no contexto da bacia. Em seguida, os mapas de cada índice foram organizados em um mosaico, permitindo uma análise

comparativa entre eles. De forma complementar, as informações do mosaico foram cruzadas com os mapas temáticos de geologia, hipsometria, declividade, rugosidade e densidade de drenagem, gerados na etapa 1, a fim de caracterizar as áreas da bacia não abrangidas pelas divisões das sub-bacias.

Na última etapa, foram observados padrões espaciais e características semelhantes em sub-bacias adjacentes, identificando domínios relativamente homogêneos. Assim, foi elaborada uma compartimentação morfométrica do relevo. Essa interpretação integrada permitiu relacionar formas, materiais e padrões de comportamento da drenagem, permitindo uma reflexão geomorfológica sobre os principais processos atuantes em diferentes áreas da bacia.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

A bacia do rio Bambuí (BRB) está situada na região centro-oeste de Minas Gerais. Seu curso d'água principal, o rio Bambuí, é um afluente direto da margem esquerda do alto rio São Francisco, desempenhando papel importante na rede de drenagem regional. A área da bacia é de aproximadamente 1.982 km<sup>2</sup> e o perímetro é de cerca de 385 km (Pereira, 2025). O clima principal da bacia, conforme a classificação de Köppen (1928), é o subtropical úmido, sendo que nas porções mais elevadas predomina o clima subtropical de altitude. A vegetação é típica do cerrado, com domínios florestais de campo cerrado e floresta estacional semidecidual montana em áreas de maior altitude. No entanto, grande parte da cobertura vegetal natural foi retirada para atividades agropecuárias.

Do ponto de vista geológico, a bacia está inserida predominantemente no Grupo Bambuí, formado por rochas sedimentares associadas ao período Neoproterozoico. Nesse grupo, destacam-se as formações Serra da Saudade Inferior, Lagoa Formosa, Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré (Figura 2).

No Grupo Bambuí, ocorrem principalmente siltitos, argilitos e rochas carbonáticas como calcários e dolomitos. Esses litotipos favorecem a formação de feições cársticas, como dolinas e poljes, levando ao acúmulo de água e à formação de áreas úmidas. Em setores mais elevados, afloram rochas do Grupo Canastra, compostas principalmente por filitos, xistos e quartzitos. Destaca-se ainda a presença de uma falha inversa, gerando o empurrão das rochas do Grupo Canastra sobre as do Grupo Bambuí, o que condiciona significativamente o modelado do relevo. Próximo a essa estrutura, observa-se uma súbita ruptura de declive na bacia (Figura 3).

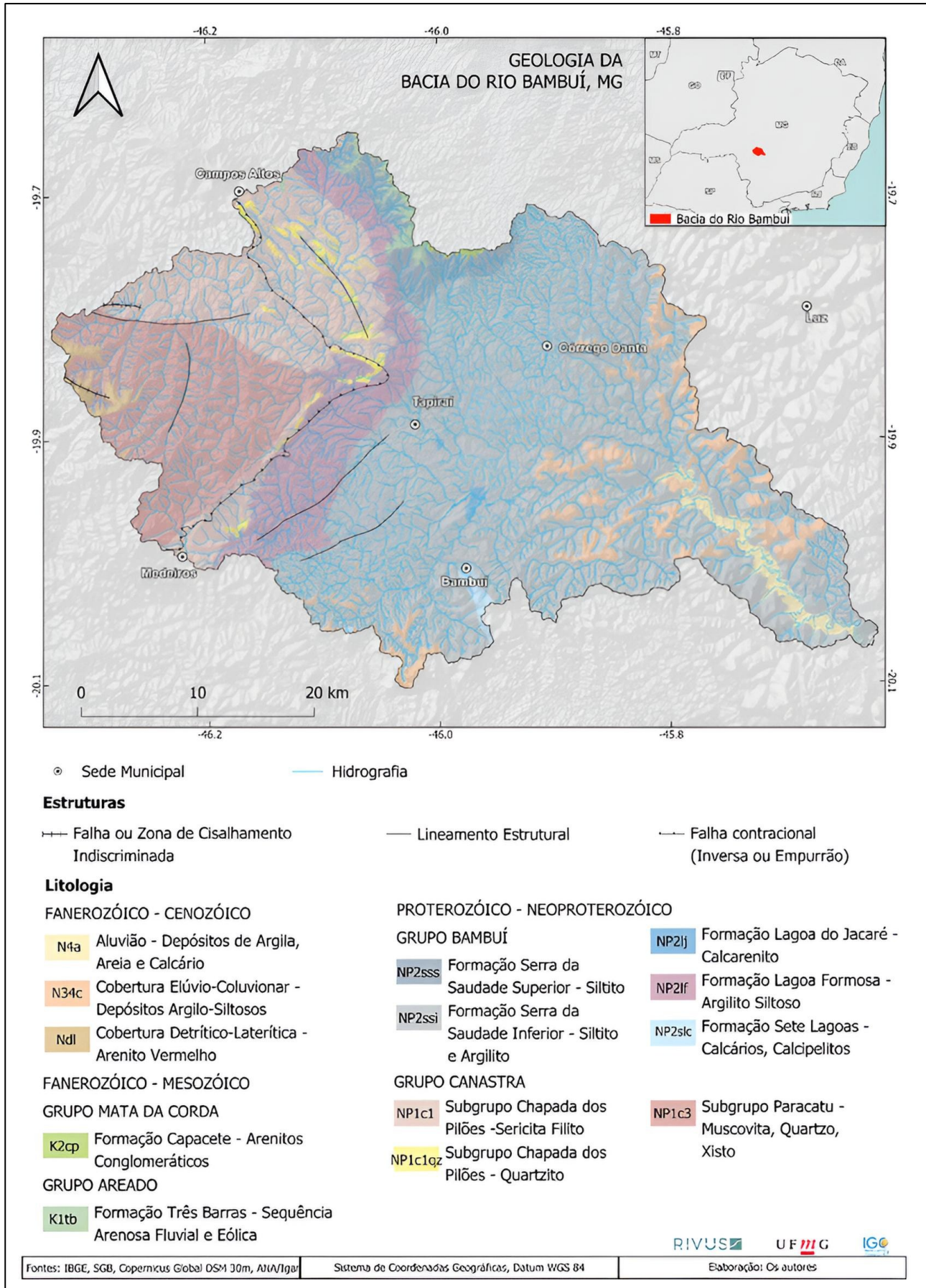
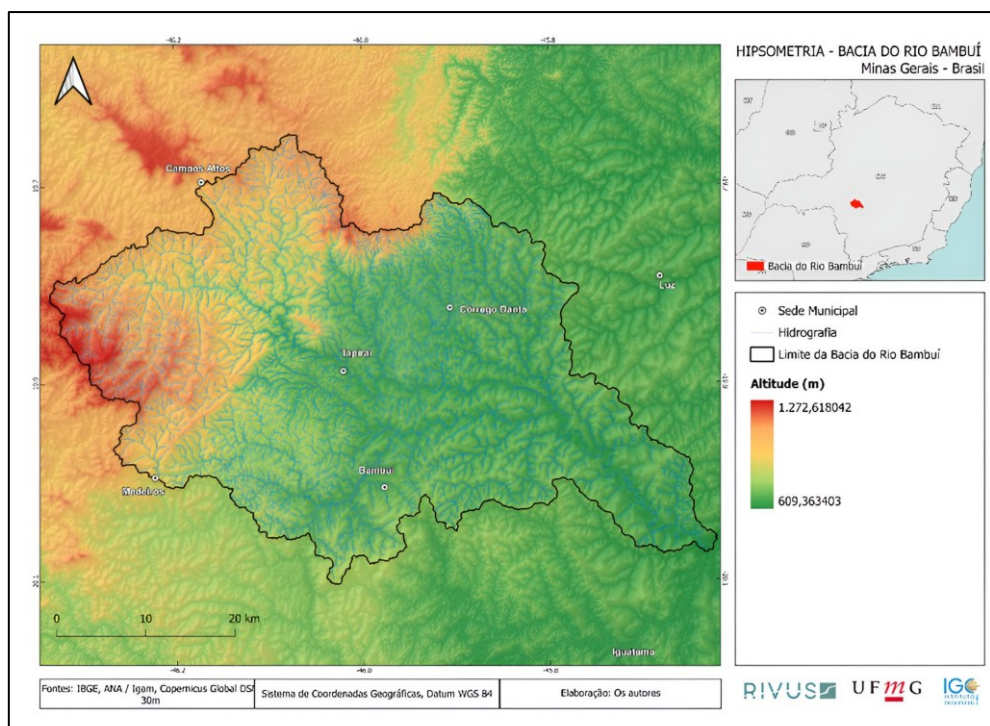


Figura 2 - Caracterização geológica da bacia do rio Bambuí.

Fonte: Pereira, 2025.



**Figura 3 -** Caracterização hipsométrica da bacia do rio Bambuí.

**Fonte:** Pereira, 2025.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os índices que foram representados espacialmente de forma automática pelo complemento “GRASS” no software QGIS apresentam resultados bastante detalhados e precisos, evidenciando as heterogeneidades dentro da BRB. Os índices de declividade e rugosidade (Figuras 4 e 5, respectivamente) evidenciam a ocorrência de encostas mais íngremes e superfícies rugosas no alto curso da bacia, sobretudo na região de contato litológico. Essas características sugerem processos erosivos mais intensos no alto curso, devido ao maior gradiente topográfico que gera uma maior energia de escoamento. Em contrapartida, no baixo curso, predominam declividades suaves, especialmente ao longo dos principais cursos d’água (rio Bambuí, ribeirão Limoeiro, ribeirão da Perdição e ribeirão Bonsucesso), indicando ambientes de maior estabilidade e predomínio de deposição de sedimentos.

A representação da densidade de drenagem (Figura 6) reforça as diferenças ao longo da bacia. As extremidades do médio curso possuem uma grande concentração de cursos d’água, apresentando contraste significativo em relação ao restante da BRB.

O cálculo dos índices morfométricos na escala das sub-bacias também forneceu resultados bastante detalhados e permitiu uma compreensão melhor da dinâmica interna da bacia. A Figura 7 apresenta um mosaico comparativo representando os índices

calculados e classificados de acordo com os valores alto, médio-alto, médio-baixo e baixo. Já a Figura 8 consiste na representação espacial do índice FABD classificado em migração para a direita, migração para a esquerda e ausência de migração significativa.

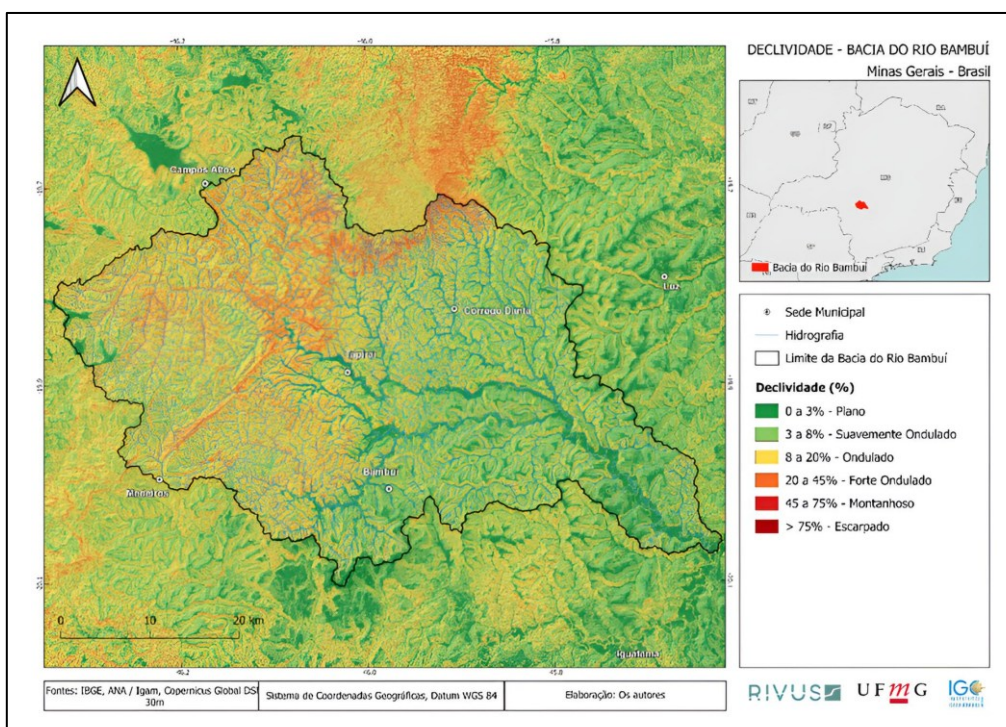


Figura 4 - Mapa de declividade da bacia do rio Bambuí.

Fonte: Pereira, 2025.

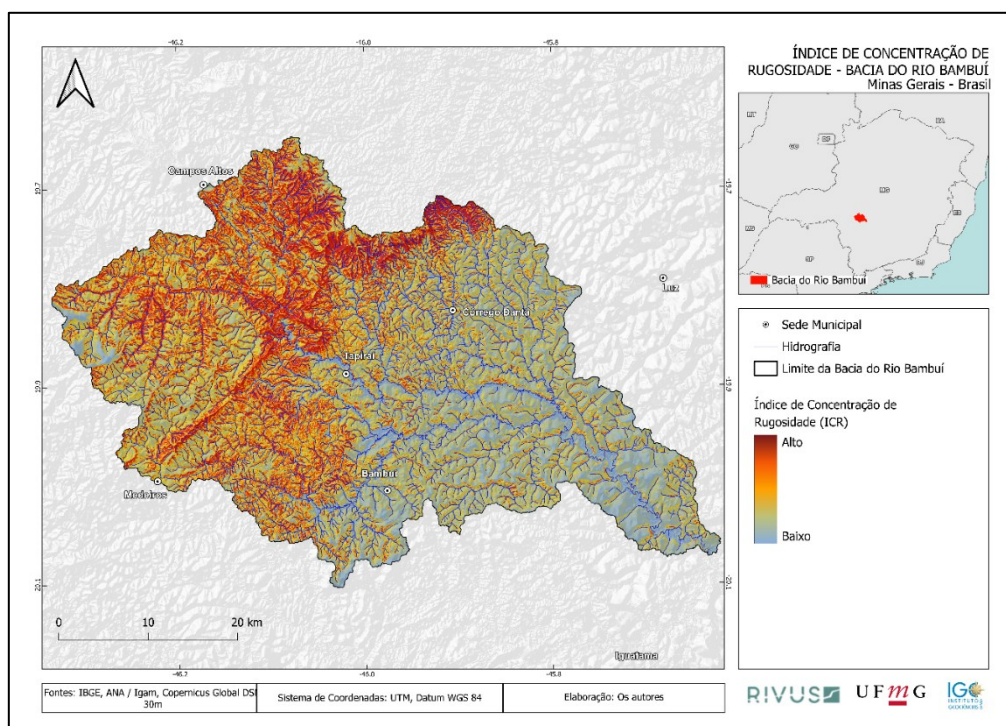
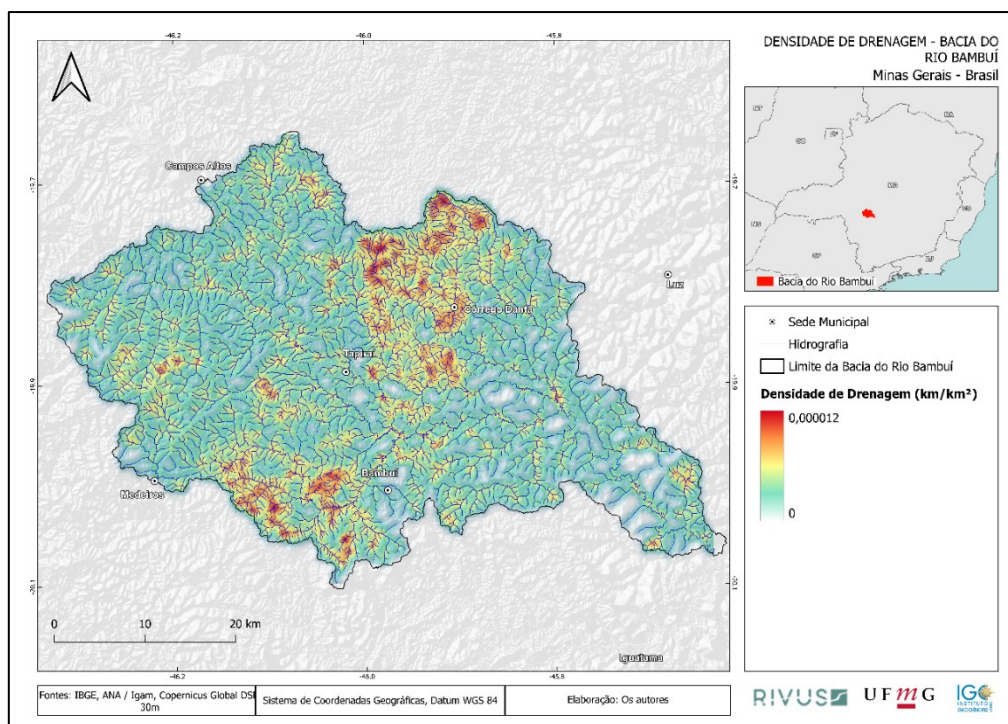


Figura 5 - Mapa de rugosidade da bacia do rio Bambuí.

Fonte: Pereira, 2025.



**Figura 6 -** Mapa de densidade de drenagem da bacia do rio Bambuí.

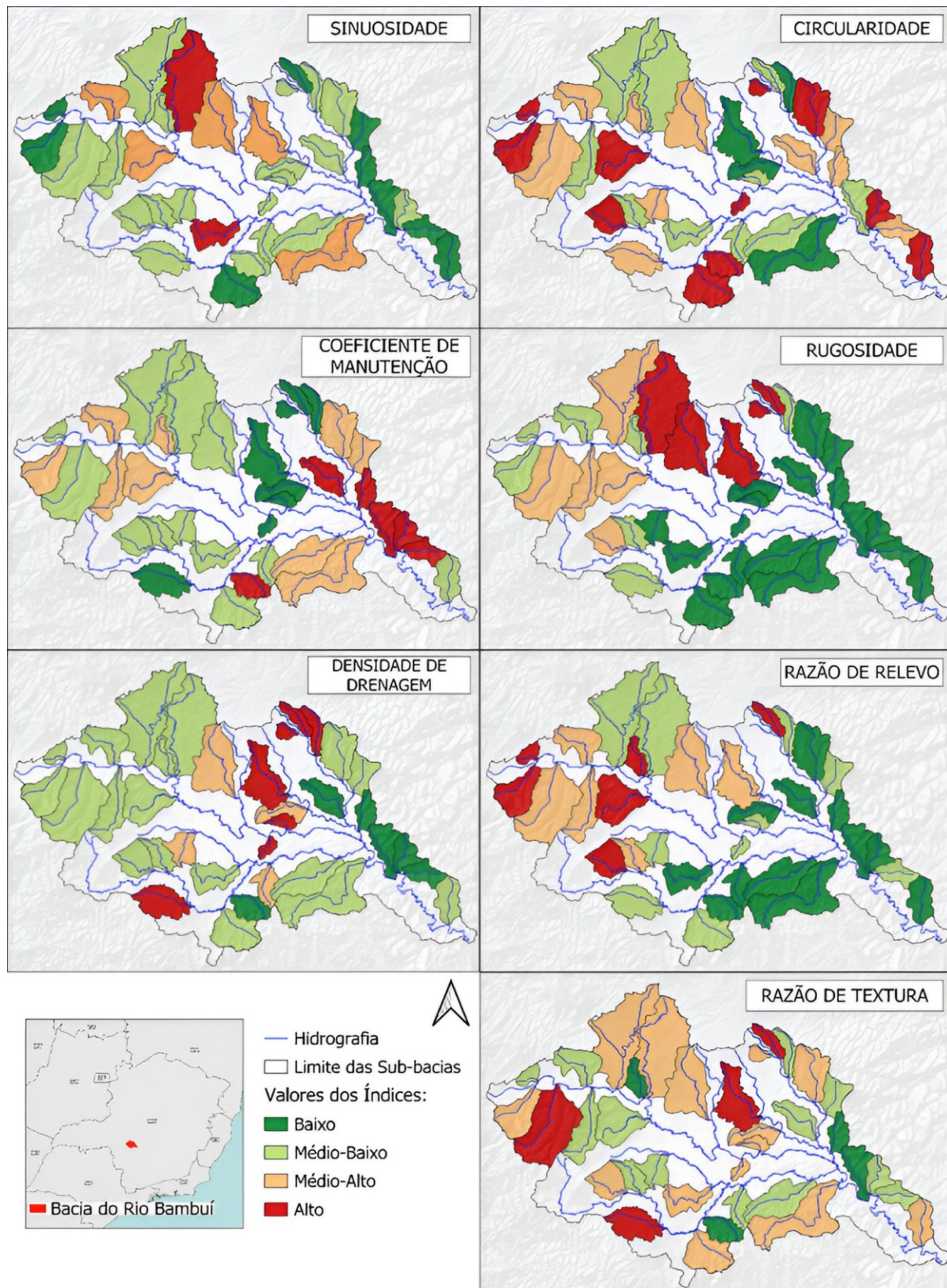
**Fonte:** Pereira, 2025.

Observa-se que, nos cursos alto e médio, muitas sub-bacias apresentam assimetria na rede de drenagem. Essa configuração sugere a influência de fatores estruturais e litológicos que direcionam o escoamento e controlam a disposição dos canais. Quanto à sinuosidade, verifica-se que a maioria dos rios apresenta valores medianos, exceto em bacias isoladas do alto e médio curso, onde os rios apresentam altos índices de curvatura e na porção mais a leste da bacia com predomínio de cursos d'água que se apresentam mais retilíneos.

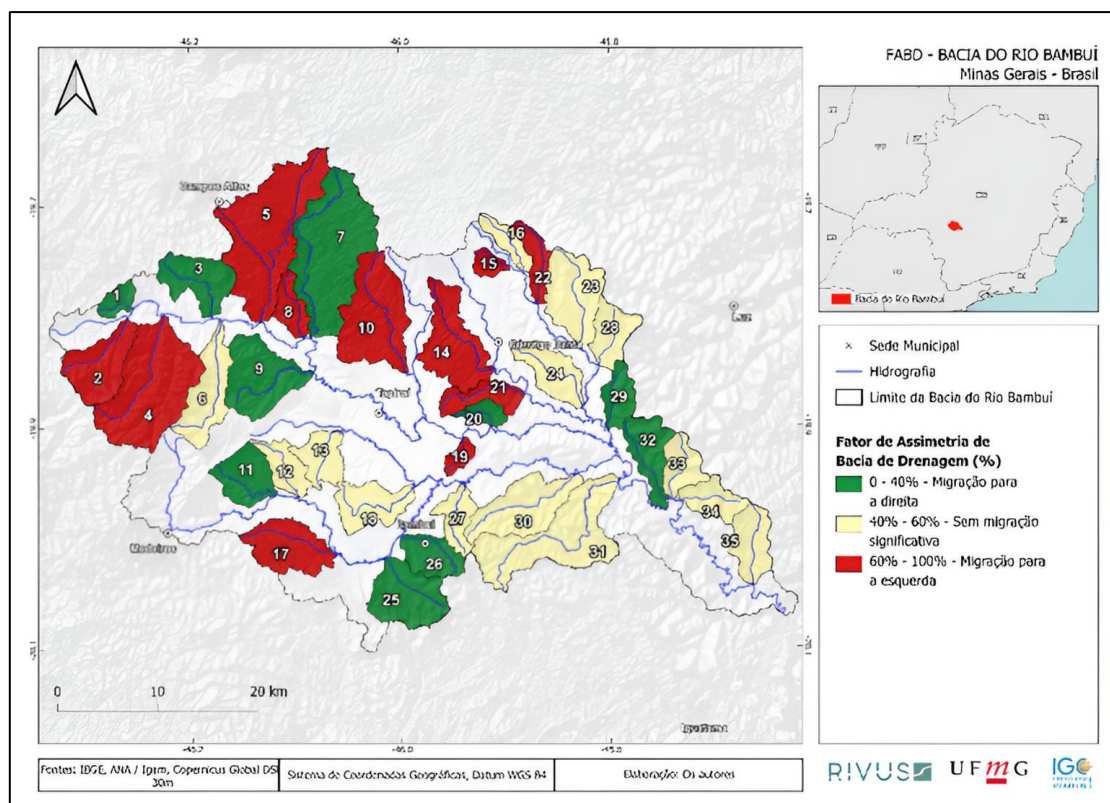
O índice de circularidade apresenta valores elevados nas sub-bacias localizadas mais a leste, na margem esquerda do rio Bambuí, bem como em algumas unidades da margem direita no restante da bacia. Esse formato mais arredondado das sub-bacias está associado a uma maior convergência simultânea do escoamento superficial para o canal principal, favorecendo a chegada quase simultânea do volume de escoamento dos afluentes ao exutório, o que pode aumentar a ocorrência de picos de cheia e enchentes.

A densidade de drenagem e o coeficiente de manutenção destacam novamente o médio curso como a porção com maior grau de dissecação da bacia, o que pode estar associado à sua posição à jusante da ruptura de declive (Figura 3), fazendo com que a água tenha maior energia para escoar e gerando processos erosivos mais intensos nessa área. Logo, esses índices revelam que o controle estrutural e o gradiente energético alto

decorrente da falha inversa geram uma maior eficiência de organização dos cursos d'água à jusante dessa estrutura.



**Figura 7** - Mosaico com resultados de diferentes índices morfométricos gerados para as sub-bacias da bacia do rio Bambuí. **Fonte:** Pereira, 2025.



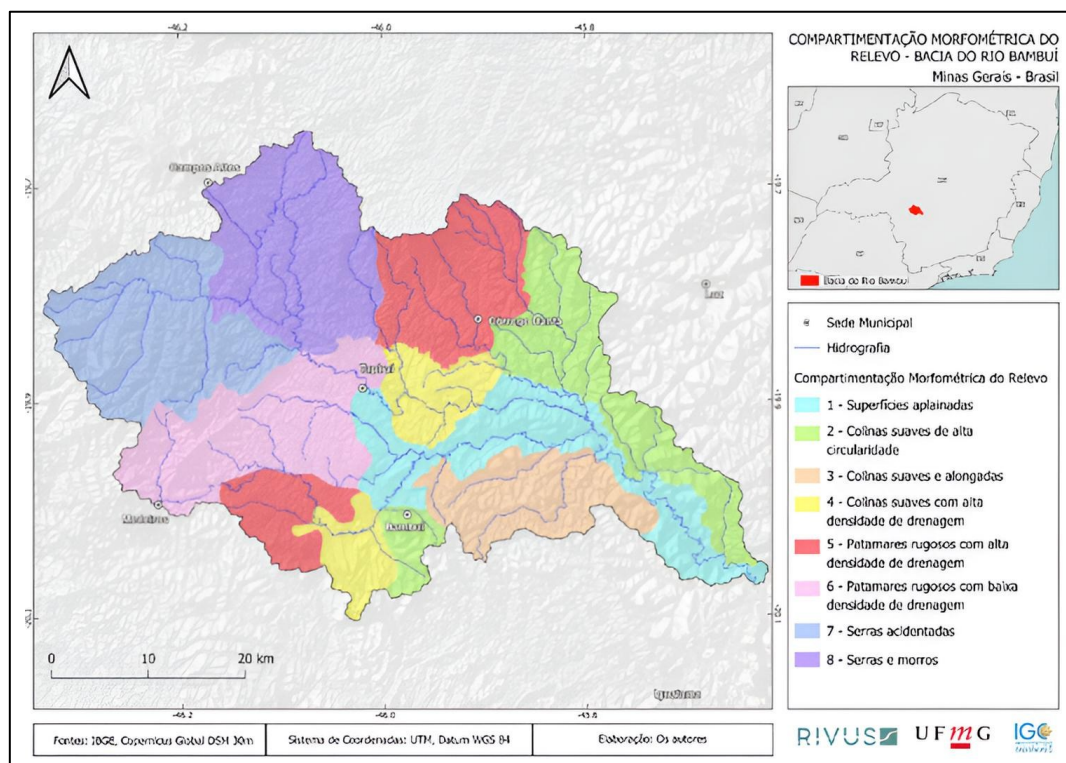
**Figura 8** - Fator de Assimetria de Bacia de Drenagem (FABD) gerado para sub-bacias da BRB.

**Fonte:** Pereira, 2025.

A rugosidade apresenta valores médios a altos no alto curso, concentrando-se principalmente na região do contato litológico na margem esquerda do rio Bambuí, o que indica relevo acidentado. No baixo curso, essa rugosidade diminui consideravelmente, revelando superfícies mais planas e menores gradientes, o que indica maior propensão à deposição de sedimentos.

A razão de relevo é alta na margem direita do alto curso, indicando grande amplitude altimétrica e alta energia dos rios. Esse índice diminui gradativamente em direção a jusante, acompanhando a redução do gradiente topográfico. A razão de textura é mediana na maior parte da bacia, mas atinge valores elevados em algumas áreas do médio curso, indicando maior dissecação do relevo nessas sub-bacias. Esse padrão está correlacionado com setores de alta densidade de drenagem, o que sugere maior ramificação dos canais e maior energia erosiva, refletindo a interação entre morfologia, litologia e processos hidrológicos locais. A partir dos distintos padrões morfométricos identificados ao longo das sub-bacias, elaborou-se uma compartimentação morfométrica do relevo (Figura 9). Os compartimentos foram delimitados considerando sub-bacias vizinhas que apresentavam valores semelhantes para determinados parâmetros, permitindo reconhecer áreas dominadas por características morfológicas específicas. Para complementar a análise e preencher lacunas

entre as sub-bacias, foram utilizados também os mapas de hipsometria, declividade, rugosidade e densidade de drenagem e as informações geológicas da BRB (Figuras 2 a 6).



**Figura 9** - Compartimentação morfológica do relevo da bacia do rio Bambuí.

**Fonte:** Pereira, 2025.

O compartimento “1 – Superfícies planas” corresponde principalmente às planícies fluviais dos rios principais da bacia, rio Bambuí, ribeirão Limoeiro, ribeirão da Perdição e ribeirão Bonsucesso, bem como áreas adjacentes com relevo plano ou pouco ondulado.

Os compartimentos “2 – Colinas suaves de alta circularidade” e “3 – Colinas suaves e alongadas” são formados por colinas de baixa inclinação e ondulações discretas. No 2, as sub-bacias apresentam formas de maior circularidade, e no 3 predominam sub-bacias alongadas.

O compartimento “4 – Colinas suaves com alta densidade de drenagem” é marcado por uma das maiores densidades de drenagem da BRB, mas possui relevo relativamente suave com baixa rugosidade e declividade.

O compartimento “5 – Patamares rugosos com alta densidade de drenagem” concentra a área de maior densidade de drenagem da bacia, com relevo extremamente acidentado e rugoso, especialmente na porção norte. Também corresponde a uma região de transição entre o alto e o médio cursos, apresentando formas em degraus.

Já o compartimento “6 – Patamares rugosos com baixa densidade de drenagem” engloba zonas de relevo muito acidentado e de alta declividade, mas com baixa densidade de drenagem. Localiza-se na transição entre o alto e o médio cursos, caracterizando-se por formas em degraus similares ao compartimento anterior.

O compartimento “7 – Serras acidentadas” engloba os setores de maior rugosidade e declividade da bacia, com relevo escarpado. A densidade de drenagem é média a baixa, e as sub-bacias apresentam formas alongadas, com rios que, em alguns trechos, exibem meandros.

O compartimento “8 – Serras e morros” caracteriza-se por elevada rugosidade e declividade, combinadas com sub-bacias de elevada circularidade, formando vales mais largos. O relevo mescla formas escarpadas com superfícies côncavas (morros).

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O estudo permitiu compreender a complexidade morfológica da bacia do rio Bambuí a partir da aplicação de índices morfométricos em escalas de bacia e de sub-bacias. A análise integrada revelou padrões espaciais significativos, demonstrando como o modelado superficial, a litologia e a estrutura geológica influenciam diretamente a disposição da rede de drenagem e a dinâmica hidrológica da BRB.

Os índices de declividade, rugosidade e densidade de drenagem evidenciaram a heterogeneidade do relevo. No alto curso, a presença de encostas íngremes e relevo rugoso, especialmente onde há contato litológico, indica áreas de maior energia de escoamento, com potencial erosivo elevado. No baixo curso, o predomínio de superfícies suaves e declividades menores reflete áreas mais estáveis, com maior tendência à deposição de sedimentos. Já a densidade de drenagem revelou que o médio curso apresenta elevada dissecação, sugerindo intensa fragmentação da rede hidrográfica e maior capacidade de erosão local, pois sua posição à jusante da ruptura de declive aumenta a energia de escoamento da água.

A compartimentação morfométrica permitiu identificar unidades relativamente homogêneas em termos de formas de relevo, cada uma associada a características geomorfológicas específicas. Os compartimentos delimitados são bastante diversos e variam de superfícies planas a serras acidentadas. Isso demonstra como a integração de atributos como declividade, rugosidade, densidade de drenagem, circularidade, sinuosidade, assimetria e gradiente topográfico das sub-bacias pode fornecer uma representação detalhada da dinâmica da paisagem. Observou-se que áreas de alta

rugosidade e declividade, muitas vezes em transição entre o alto e médio curso, estão associadas a relevo em degraus e maior densidade de drenagem, indicando processos erosivos ativos e influência estrutural. Por outro lado, superfícies suaves e colinas de baixa rugosidade correspondem a zonas de deposição, com menor energia fluvial no baixo curso.

Os resultados também destacam a importância da litologia e das estruturas geológicas na configuração da bacia. O Grupo Bambuí, com rochas carbonáticas e feições cársticas, contribui para o acúmulo de água em depressões e a formação de áreas úmidas. Já a falha inversa associada ao Grupo Canastra gera uma ruptura de declive e influencia a morfologia dos compartimentos. Isso reforça a relevância de integrar dados geomorfológicos, hidrológicos e geológicos para interpretar os processos de modelado do relevo.

Por fim, a metodologia aplicada confirma que a utilização de parâmetros morfométricos, além de oferecer praticidade e possibilidade de replicação, é particularmente eficiente para identificar e interpretar padrões espaciais que refletem a dinâmica e a organização dos processos geomorfológicos no relevo.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa do 2º autor; à FAPEMIG pelo apoio financeiro no projeto APQ-00770-24; ao grupo de pesquisa RIVUS – Geomorfologia e Recursos Hídricos (UFMG).

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, W. S.; SOUZA, N. M.; REIS JUNIOR, D. S.; CARVALHO, J. C. Análise morfométrica em bacias hidrográficas fluviais como indicadores de processos erosivos e aporte de sedimentos no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Corumbá IV. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p. 135 - 149, 2013.

CHEREM, L.F. **Análise morfométrica da bacia do Alto Rio das Velhas—MG**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem de Sistemas Ambientais) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A. N. **Geomorfologia: formas do relevo terrestre**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. 188p.

HARE, P.W.; GARDNER, T.W. Geomorphic Indicators of Vertical Neotectonism along Converging Plate Margins, Nicoya Peninsula Costa Rica. In: MORISAWA, M.; HACK, J.T. (Eds.). **Tectonic Geomorphology: Proceedings of the 15th Annual Binghamton Geomorphology Symposium**. Boston: Allen and Unwin, 1985. p.123-134.

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.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P. **Hidrogeomorfologia**: Formas, processos e registros sedimentares fluviais. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. 516p.

MILLER, V. C. **A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee**. 1953. 30 f. Technical Report - Department of Geology, Columbia University, New York, 1953.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, Julio M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, p.03-12, 2006.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SILVA, A. M.; HERPIN, U. Caracterização morfométrica de sete bacias hidrográficas de mesoescala no estado de São Paulo. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 17, n. 3, p. 20-30, 2006.

SMITH, G.H. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, v. 248, n. 9, p. 655-668, 1950.

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v. 69, n. 3, p. 279-300, 1958.

Recebido: 01/02/2026

Aceito: 15/04/2026