

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AZUL – PR.

Amanda Beltrão de Souza (UEPG) E-mail: eng.amandabeltrao@gmail.com
Fabricio Ventura Barsi (UNICENTRO) E-mail: fabricio_barsi@yahoo.com.br.

Resumo: A bacia hidrográfica foi analisada morfometricamente em um ambiente SIG, proporcionando uma compreensão aprofundada da dinâmica hidrogeomorfológica. Com o objetivo de identificar e calcular as características morfométricas através de análise dos parâmetros de relevo e da rede de drenagem, o estudo foca na Bacia do Rio Azul, abrangendo os municípios de Assis Chateaubriand, Maripá e Palotina, no Estado do Paraná, visando gestão hídrica e prevenção de eventos hidrometeorológicos. A área representa uma parte da Bacia do Rio Piquiri, a terceira maior do Paraná. O processamento digital na análise da Bacia foi utilizado o *software* QGIS, permitindo a delimitação automática com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM. Parâmetros morfométricos foram calculados e revelaram que a bacia tem sua forma estreita e alongada, indicando baixa suscetibilidade a enchentes. Os índices de sinuosidade e densidade de drenagem sugerem alta energia e baixa suscetibilidade a enchentes. A variação altimétrica e a declividade média contribuem para a complexidade topográfica. O método, eficiente e econômico, destaca a importância da conservação do solo e gestão ambiental na região.

Palavras-chave: Rio Piquiri, Drenagem, Geoprocessamento.

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE HYDROGRAPHIC BASIN OF RIO AZUL – PR.

Abstract: The watershed was morphometrically analyzed in a GIS environment, providing a comprehensive understanding of hydrogeomorphological dynamics. With the aim of identifying and calculating morphometric characteristics through the analysis of relief parameters and the drainage network, the study focuses on the Blue River Basin, encompassing the municipalities of Assis Chateaubriand, Maripá, and Palotina, in the state of Paraná, aiming at water management and prevention of hydrometeorological events. The area represents a part of the Piquiri River Basin, the third largest in Paraná. Digital processing in the analysis of the Basin utilized the QGIS software, allowing for automatic delineation based on the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Digital Elevation Model (DEM). Morphometric parameters were calculated, revealing that the basin has a narrow and elongated shape, indicating low susceptibility to floods. The sinuosity indices and drainage density suggest high energy and low susceptibility to floods. Altitudinal variation and average slope contribute to topographic complexity. The method, efficient and economical, highlights the importance of soil conservation and environmental management in the region.

Keywords: Piquiri River; Drainage; Geoprocessing.

1. Introdução

A bacia hidrográfica é uma região natural de captação de água da chuva, onde o escoamento converge para um ponto de saída único. Essa bacia é formada por uma série de superfícies inclinadas e por uma rede de drenagem composta por cursos de água que se encontram, eventualmente, formando um único leito no seu ponto de descarga final (Tucci, 1997).

Para efeito de avaliação do comportamento hidrológico da bacia foi escolhida a caracterização morfométrica que, conforme Souza (2016), é um dos primeiros processos na análise hidrológica, tendo como objetivo ilustrar e compreender a dinâmica

hidrogeomorfológica do local de estudo, visando a elaboração de prognósticos, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos.

Neste contexto temos que o estudo da morfometria das bacias hidrográficas é compreendido por meio da análise quantitativa dos elementos do relevo como sua expressão e configuração espacial, seguindo assim o conjunto das vertentes e dos canais que compõem o relevo. Morfometria é o estudo matemático das formações e configurações da superfície de uma bacia hidrográfica, expresso em índices comumente organizados em três grandes grupos: os que indicam características geométricas, os que indicam características da rede de drenagem e os que expressam as características do relevo (Campanharo, 2010). Logo a análise pode ser definida como uma “verificação quantitativa das interações entre a fisiografia e sua dinâmica hidrológica”, pode-se permitir o conhecimento da dinâmica fluvial, assim como as relações existentes entre ela e os meios físicos e bióticos (Faria et al., 2009).

Dessa forma, a configuração da bacia desempenha um papel fundamental na compreensão dos efeitos do comportamento hidrológico, tais como o tempo de concentração, que representa o intervalo necessário para a precipitação contribuir para o fluxo. A morfologia da bacia é determinada pela análise de índices que correlacionam sua área com formas geométricas conhecidas. Por exemplo, se a bacia se assemelha mais a um círculo, existe uma maior propensão a inundações, enquanto uma forma mais alongada indica menor suscetibilidade a enchentes (Carvalho; Silva, 2006). A análise da rede de drenagem também é essencial, revelando o coeficiente de desenvolvimento da drenagem, que varia desde uma drenagem deficiente até uma eficiente. A topografia da bacia é influenciada por fatores meteorológicos e hidrológicos, uma vez que a inclinação do solo determina a taxa de escoamento superficial. Além disso, a altitude da bacia impacta variáveis como temperatura, precipitação e evaporação. A velocidade do escoamento superficial é diretamente proporcional à declividade do terreno, conforme destacado por Carvalho e Silva (2006).

Assim sabe-se que os estudos morfométricos são importantes para a compreensão da bacia hidrográfica e para a prevenção de eventos hidrometeorológicos e para os períodos de enchentes e estiagens, sendo usados para apontar as áreas com alto índice de suscetibilidade a sofrer processos erosivos, sendo assim um importante instrumento para o planejamento e gestão. Esse instrumento contribui para benefício dos recursos naturais e também para a prevenção da degradação dos ambientes (Lindner, Gomig e Kobiyama, 2007).

O presente trabalho teve por objetivo identificar, calcular e analisar as características morfométricas relativas ao relevo e da rede de drenagem da Bacia do Rio Azul, localizada entre os municípios de Assis Chateaubriand, Maripá e Palotina.

2. Desenvolvimento

Os procedimentos empregados neste estudo foram minuciosamente delineados nesta seção. O processo teve início com a descrição da área escolhida para a pesquisa. Após a seleção da área, procedeu-se à sua delimitação por meio do software QGIS, que permitiu identificar o ponto de saída e, conseqüentemente, estabelecer os limites da região em questão.

2.1 Caracterização da área de estudo

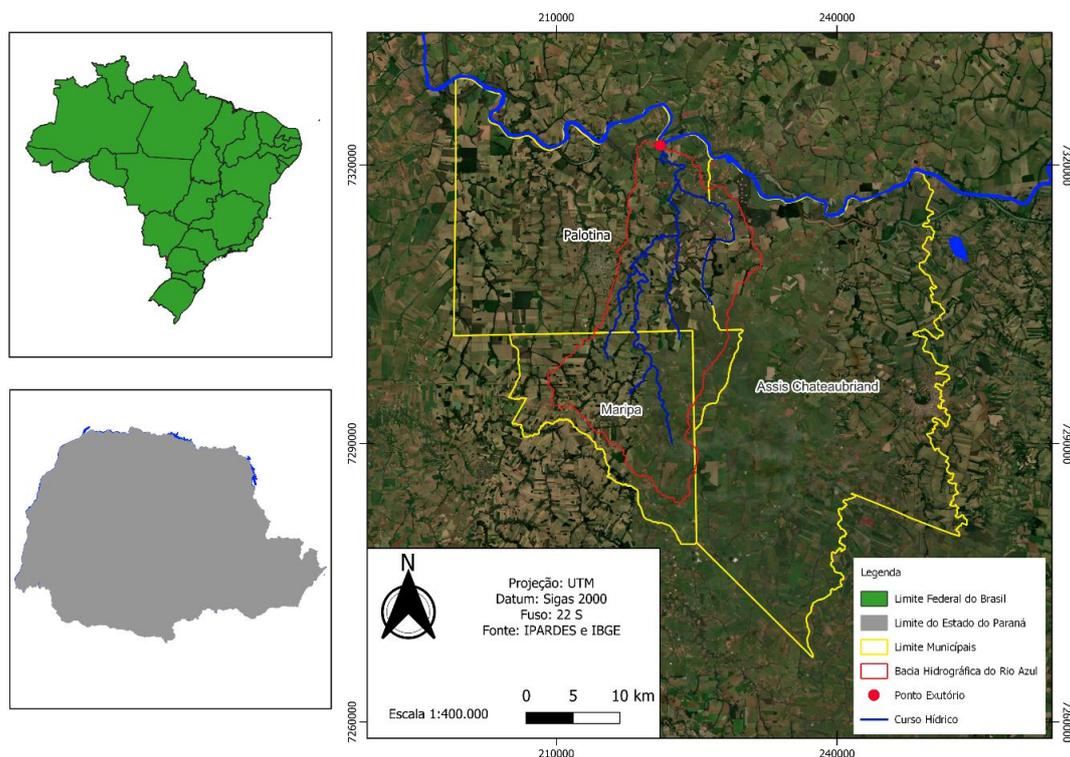
A Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri apresenta uma área de drenagem de 24.156 km², situando-se inteiramente no estado do Paraná. Dentro dessa bacia, encontra-se a área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Azul. A Bacia do Rio Piquiri é a terceira maior em termos de área física no Estado do Paraná. O Rio Piquiri percorre toda a extensão da

bacia, fluindo no sentido sudeste para o centro-oeste, desaguando posteriormente no Rio Paraná (Instituto Água e Terra, 2020).

A localização geográfica da bacia de estudo é definida pelas coordenadas de latitude $24^{\circ}11'18,17''\text{S}$ e longitude $53^{\circ}44'53,28''\text{O}$ (UTM 220.821 E, 7.322.172 N Fuso 22 Sul), com base no DATUM SIRGAS2000, conforme indicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) e o Instituto Água e Terra (2020).

Os municípios de Assis Chateaubriand, Maripá e Palotina englobam a bacia do Rio Azul, tendo o município de Palotina o município de maior extensão territorial da bacia hidrográfica ocupando cerca de 46,40% da área total da bacia hidrográfica, pode-se observar a localização da Bacia na Figura 1.

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Azul



Fonte: Os autores (2024).

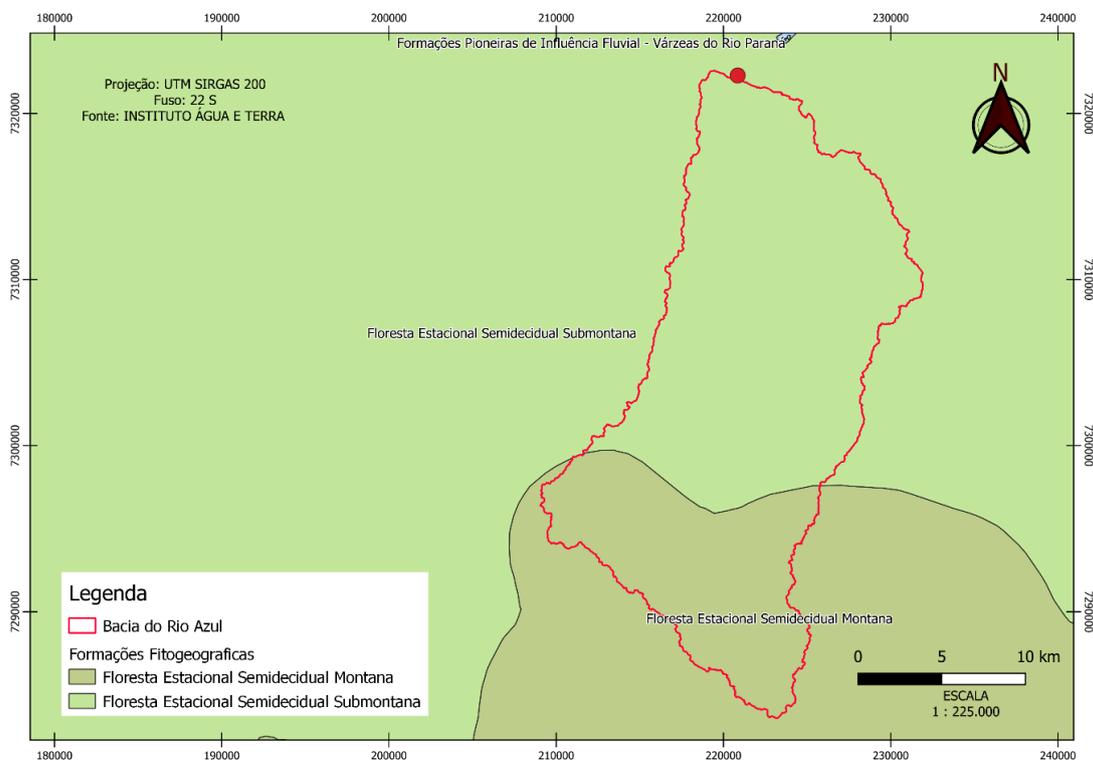
Na região onde se localiza a bacia de estudo, o clima é categorizado como *Cfa*, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger. Nessa classificação, a primeira letra representa o grupo climático, a segunda o tipo, e a terceira o subtipo. O grupo *C* refere-se a climas temperados ou temperados quentes, a letra *f* indica um clima úmido com precipitação ao longo de todos os meses do ano, sem uma estação seca definida, e a letra *a* denota verões quentes, com a temperatura média do ar no mês mais quente superior a 22°C (Torres, Machado, 2012).

A precipitação anual na bacia hidrográfica do rio Azul varia entre 1.600 e 2.000 mm. Durante o período mais chuvoso, a precipitação atinge entre 400 e 600 mm, enquanto no trimestre mais seco registra-se uma média de 250 a 400 mm. Esses padrões indicam uma concentração significativa de chuvas nos meses de verão (Caldana *et al.*, 2019). Em concordância, Mello e Sampaio, (2019) também observou que principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março, observa-se um padrão de menor precipitação no

sentido oeste-leste, com os maiores acumulados nesta última direção. De abril a novembro, o padrão de precipitação nesta região ocorre com os maiores acumulados na porção sul, diminuindo em direção ao norte. Nos meses de julho e agosto, a distribuição de precipitação segue um padrão latitudinal, com os maiores acumulados na porção sul e os menores na porção norte essa dinâmica estende-se para todo o Estado do Paraná.

Quanto a vegetação há predominância da Floresta Estacional Semidecidual Submontana, conforme pode ser visto na Figura 2, são ecossistemas que ocorrem em áreas menos úmidas em comparação com a floresta ombrófila densa. Em sua maioria, encontram-se em ambientes que transitam entre a zona úmida costeira e regiões semiáridas, sendo comumente referidas como "mata seca". Essa vegetação, amplamente substituída por cultivos como a cana-de-açúcar (De Araujo Filho, 2021). Conforme o mesmo autor, essa formação vegetal atinge uma altura média de cerca de 20 metros, destacando-se pelo estrato mais alto, tendo uma característica distintiva é a considerável perda de folhas durante o período seco, principalmente no estrato arbóreo.

Figura 2 - Formações Fitogeográficas

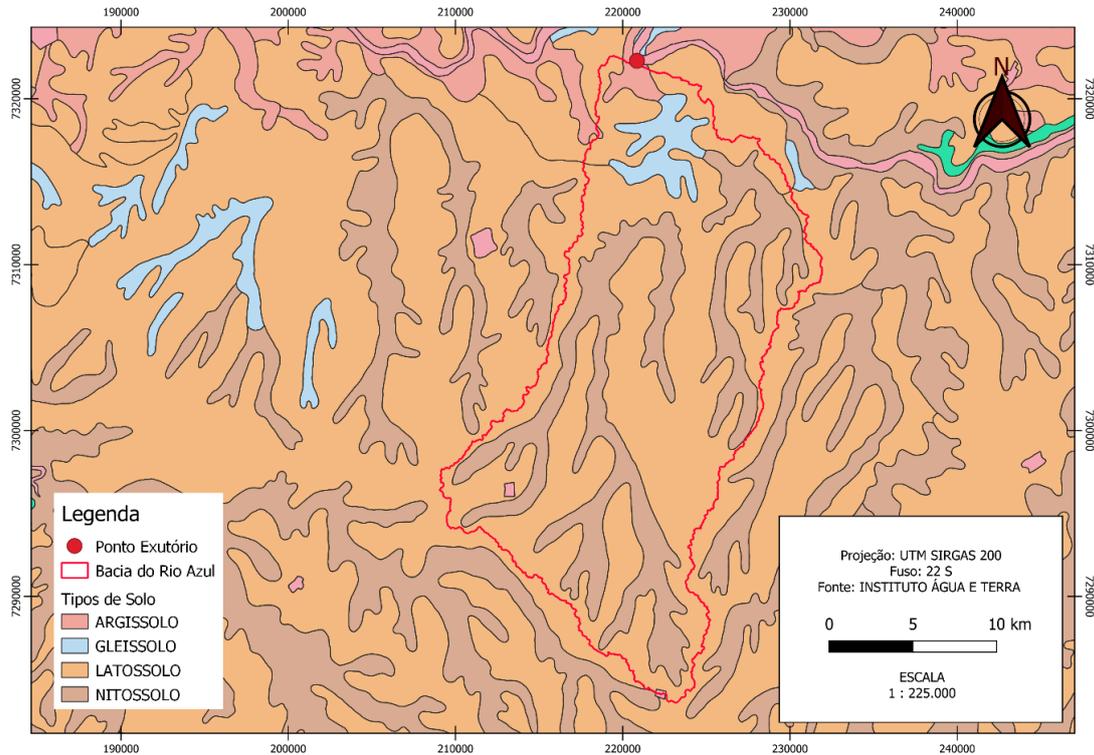


Fonte: Adaptada de IAT (2020).

Paralelo a isso tem-se que na Bacia do Rio Azul há predominância de dois tipos de solo, o Latossolo e Nitossolo, conforme pode ser observado na Figura 3, Os Latossolos são solos que se destacam por sua profundidade considerável, geralmente excedendo os 2 metros, e por sua intensa intemperização. Possuem uma boa drenagem e são frequentemente encontrados em topos de paisagens, especialmente em áreas de relevo mais plano. No estado do Paraná, os Latossolos são a principal classe de solo, abrangendo aproximadamente 31% do território estadual (Embrapa, 2011). Devido às suas características são amplamente utilizados na produção rural. Apesar de tipicamente apresentarem baixa fertilidade natural, práticas como adubação e correção do solo realizadas pelos produtores rurais os tornam altamente produtivos. Além disso, esses solos são estáveis e têm baixo risco de erosão, o que os torna adequados para diversas

finalidades, incluindo suporte para estradas, construções e locais para instalação de aterros sanitários (Embrapa, 2011).

Figura 3 - Tipos de solo



Fonte: Adaptada de IAT, 2020.

2.2 Processamento Digital

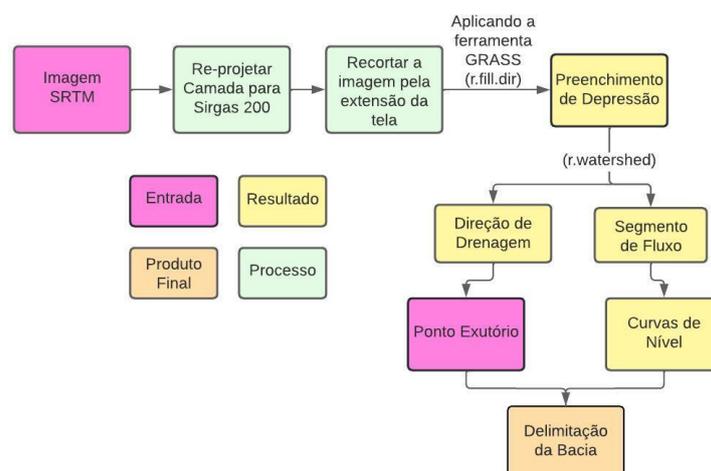
O processamento digital refere-se ao uso de tecnologia digital para manipular e analisar dados, envolvendo a conversão de informações analógicas para formato digital e a aplicação de algoritmos computacionais para realizar diversas tarefas, como filtragem, análise estatística e reconhecimento de padrões. Essa abordagem é amplamente empregada em áreas como o geoprocessamento.

2.2.1 Delimitação da Bacia

A condução do processamento digital da bacia hidrográfica foi efetuada mediante a utilização do software livre QGIS, com a integração do complemento GRASS. O algoritmo empregado possibilita a delimitação automática da bacia hidrográfica, baseando-se no arquivo em formato raster do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM, acessível na rede mundial de computadores por meio do endereço fornecido pela plataforma TOPODATA. O referido arquivo MDE SRTM foi adquirido através do Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil, disponível no link "<http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>", onde foi realizado o *download*. A Imagem 4 apresenta um fluxograma dos passos que foram realizados para obtenção da intersecção da bacia hidrográfica.

Figura 4 - Fluxograma de Delimitação

Figura 4 - Fluxograma de Delimitação



Fonte: Autoria Própria.

Após a importação da imagem SRTM no software QGIS, é imprescindível realizar a projeção das camadas para as coordenadas SIRGAS 2000 - 22S, visando a conformidade com os padrões cartográficos vigentes. Além disso, para otimizar a manipulação da imagem, recomenda-se proceder com o recorte da mesma. É importante salientar que as imagens SRTM podem conter imperfeições, sendo necessária a etapa de preenchimento das depressões. Após o recorte e correção da imagem, torna-se viável a determinação dos parâmetros de direção de drenagem e segmento de fluxo. Estes parâmetros constituem elementos fundamentais para a extração das curvas de nível, que são obtidas por meio da utilização da ferramenta de contorno disponível no QGIS.

Posteriormente, identifica-se o ponto exutório da bacia hidrográfica em estudo, o qual pode ser previamente definido ou calculado. Com base nesse ponto, é possível delinear o contorno da bacia hidrográfica, fornecendo uma representação espacial precisa e detalhada da área em análise.

2.3 Caracterização Morfométrica

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica proporciona uma avaliação quantitativa e geométrica de suas características físicas. Diversos aspectos e parâmetros podem ser analisados a partir dessas métricas, oferecendo *insights* valiosos sobre a configuração e o comportamento da bacia.

Para a realização da análise morfométrica da bacia hidrográfica foi conduzida por meio de cálculos de índices. Para os cálculos foi necessário encontrar a área (A), o perímetro (P), o comprimento axial da bacia (L_{Axial}), comprimento total dos rios (L_{Total}), o comprimento do rio principal ($L_{Principal}$) e a largura média da bacia (L_m), a determinação da área e do perímetro foi realizada por meio da ferramenta de calculadora de campo no software QGIS, utilizando a tabela de atributos associada ao limite da bacia hidrográfica. Quanto aos comprimentos (L_{Axial} , L_{Total} , $L_{Principal}$, L_m), a ferramenta de linha foi empregada para medir o comprimento axial, definido como a distância em linha reta do ponto exutório ao ponto mais remoto no curso d'água. O comprimento total dos rios foi obtido pela soma dos comprimentos de todos os afluentes, incluindo o rio principal, enquanto o comprimento do rio principal foi medido do ponto mais distante na bacia até o ponto exutório, seguindo o curso natural. A largura média da bacia foi

calculada medindo-se a largura em linha reta em diferentes pontos da bacia, e em seguida, calculando a média aritmética.

A partir dessas grandezas, foram calculados os índices morfométricos, foram utilizados o Índice de Circularidade (Ic), Coeficiente de Compacidade (Kc), Fator Forma (Kf), Densidade de Drenagem (Dd) e Índice de Sinuosidade (Sin).

O Índice de Circularidade (Ic), utilizado para avaliar a conformidade da bacia com a forma circular, variando de 0 a 1, será calculado pela Equação 1, conforme descrito por Tonello (2005).

$$Ic = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad (1)$$

onde:

Ic: Índice de Circularidade (adimensional);

A: Área da bacia hidrográfica (km²);

P: Perímetro da bacia hidrográfica (km).

O Coeficiente de Compacidade (Kc) é derivado pela aplicação da Equação 2. Este coeficiente estabelece uma relação entre a forma da bacia e a de um círculo, permitindo a avaliação do grau de alongamento da bacia e sua susceptibilidade a enchentes. O aumento do valor de Kc indica uma maior irregularidade na forma da bacia, correlacionando-se inversamente com a propensão a enchentes, conforme afirmado por Cardoso *et al.* (2006).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

onde:

Kc: Coeficiente de Compacidade (adimensional);

A: área da bacia (km²);

P: perímetro da bacia (km).

O Fator de forma (Kf) determina a comparação da bacia com o formato de um retângulo, sendo utilizado para análise da ocorrência de enchentes utilizando a Equação 3 (Cardoso *et al.*, 2006).

$$Kf = \frac{A}{L^2_{axial}} \quad (3)$$

onde:

Kf: Fator de Forma (adimensional);

A: área da bacia (km²);

L: o comprimento axial da bacia (km).

A Densidade de drenagem (Dd) é o cálculo utilizado para verificar o tempo gasto no escoamento superficial. Esse índice pode variar de 0,5 km/km² em bacias com drenagem baixa a 3,5 km/km² para bacias classificadas como drenagem muito alta, calcula-se pela Equação 4 (Beltrame, 1994).

$$Dd = \frac{L_{total}}{A} \quad (4)$$

onde:

Dd: densidade de drenagem (km/km²);

L_{Total} : Comprimento total de todos os rios da bacia (km);
 A: área da bacia (km²).

Tabela 1 - Classes de Densidade de Drenagem

Densidade de Drenagem	Classe
< 0,50	Baixa
0,50 a 2,00	Mediana
2,01 a 3,50	Alta
> 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame, (1994).

O índice de Sinuosidade (Sin) corresponde ao valor referente ao controlador de velocidade de escoamento. Valores próximos de 1 demonstram alta energia, e superiores a 2, a baixa energia. Valores intermediários são considerados de transição, ou seja, meandrantos ou retilíneo (Cherem, 2008). Assim utiliza-se para o cálculo a Equação 5,

$$Sin = \frac{L_{principal}}{L_{axial}} \tag{5}$$

onde:

Sin: Índice de Sinuosidade (adimensional);

$L_{principal}$: comprimento do rio principal (km);

L_{axial} : comprimento axial da bacia (km).

3. Resultados e Discussões

Os dados obtidos possibilitaram a análise do comportamento da bacia, compreendendo sua forma, extensão e dinâmica. Essa análise permitiu avaliações cruciais sobre a susceptibilidade a eventos como enchentes, a identificação de padrões de drenagem, e o entendimento da dinâmica hidrológica. Essas informações desempenham um papel fundamental no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos, além de contribuir para estudos relacionados à geomorfologia e impactos ambientais.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados encontrados na análise a Bacia do Rio Azul. A bacia possui um comprimento total (L_{Total}) de 112,906 km, um comprimento axial L_{Axial} de 38,610, e uma largura média da microbacia (L_m) de 11,734 km assim sendo, seu comprimento principal ($L_{Principal}$) de 59,050 km. O perímetro e área territorial da bacia são de 154,782 km e 435,184 km², respectivamente.

Tabela 2 - Resultados obtidos na caracterização morfométrica.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS	
GEOMÉTRICAS	
Área	435,184 km ²
Perímetro	154,782 km
Largura média da microbacia (L_m)	11,734 km
Comprimento Axial (L_{Axial})	38,610 km
Índice de Circularidade (I_c)	0,228 adimensional
Coefficiente de Compacidade (K_c)	2,078 adimensional
Fator de Forma (K_f)	0,292 adimensional
REDE DE DRENAGEM	
Comprimento de todos os rios (L_{Total})	112,906 (km)
Comprimento do Rio principal ($L_{Principal}$)	59,050 km
Densidade de Drenagem (D_d)	0,259 km/km ²
Índice de Sinuosidade (Sin)	1,529 m/m

Fonte: Os autores.

Juntamente com os dados, tem-se que os cálculos dos parâmetros morfométricos revelaram que o Índice de Compacidade (I_c) de 0,228 classifica a microbacia como estreita e alongada (Tonello, 2005). O coeficiente K_c foi calculado como 2,078, indicando uma forma alongada, visto que seu valor é significativamente superior a 1 (Cardoso *et al.*, 2006). O fator de forma (K_f), que relaciona a forma da bacia a um retângulo, apresentou um valor de 0,298, sugerindo que a microbacia possui baixa susceptibilidade a enchentes de acordo com Cardoso e colaboradores (2006).

Nas paisagens moldadas pela ação fluvial, a densidade de drenagem (D_d) desempenha um papel significativo, indicando o grau de dissecação do terreno e expressando a disponibilidade de canais para o escoamento superficial dos cursos d'água (Christofoletti, 1980). Os resultados revelam uma densidade de drenagem (D_d) de 0,259km/km². Ao compará-la com a Tabela 1, a bacia é classificada com baixa densidade de drenagem, seguindo os intervalos propostos por Beltrame (1994). Isso sugere que a bacia exibe um nível baixo de escoamento superficial e dissecação topográfica.

O índice de sinuosidade (S_{in}) dos canais é uma variável relevante que influencia a velocidade do escoamento nos canais e a capacidade do solo de erodir, afetando a produção de sedimentos (Santos *et al.*, 2012). O valor obtido foi de 1,529, indicando que o rio ainda não atingiu estabilidade em relação às suas variáveis hidrológicas, apresentando curtos meandros do médio curso à foz (Machado e Torres, 2012). Esse valor próximo a 1 sugere que o curso do canal principal exibe alta energia e controle estrutural.

A bacia apresenta uma variação altimétrica considerável, com uma altitude máxima atingindo 489,76 metros, uma média de 365,18 metros e uma altitude mínima de 240,61 metros acima do nível médio dos mares. Essa diversidade altimétrica contribui para a complexidade topográfica da região. Além disso, a declividade média da microbacia é de 4,219 metros por quilômetro. Essa medida indica a inclinação média do terreno ao longo da bacia, refletindo as características do relevo e influenciando o comportamento do escoamento de água na região.

4. Conclusão

A utilização do Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitou a rápida e econômica delimitação da área da bacia, a extração dos cursos d'água e a obtenção de variáveis morfométricas.

Devido ao formato estreito e alongado, a bacia demonstra uma baixa susceptibilidade natural a enchentes, logo tendo uma velocidade alta de escoamento, podendo assim influenciar em perdas de solo quando não há a devida conservação do solo. O relevo na região varia de plano a ondulado, com áreas mais declivosas próximas às drenagens.

É crucial direcionar uma atenção especial a essas áreas no que diz respeito à manutenção da vegetação, considerando que a formação geológica local contribui para a ocorrência de processos erosivos. Este método eficiente de análise em ambiente SIG oferece uma abordagem pragmática para o entendimento da morfologia da bacia, facilitando a implementação de práticas de conservação e gestão ambiental.

Referências

BELTRAME, A. V. *Diagnóstico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação.* Florianópolis: UFSC, 1994. 112 p.

CALDANA, N. F. da S.; DA SILVA, G.M. F.; M., A. C.; NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H. *Caracterização das ocorrências de precipitação de granizo e seus impactos socioeconômicos no estado do Paraná.* Revista da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia. v. 27, n. 2, p. 271-284, Passo Fundo. Dez. 2019.

CAMPANHARO, W. A. *Diagnóstico físico da bacia do rio Santa Maria do Doce - ES.* 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Espírito Santo. Espírito Santo. 2010. 66 f. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/8007>. Acesso em: 20 jan.2024.

CARDOSO, C. A. et al. *Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan,* Nova Friburgo, RJ. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa-mg, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CARVALHO, D. F DE; SILVA, L. D. B. DA. *Hid.ologia.* Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Tecnologia – Departamento de Engenharia. 2006. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>; Acesso em: 15 jan. 2024.

CHEREM, L. F. S. *Análise morfométrica da Bacia do Alto do Rio das Velhas – MG,*xii, 110 f.: il. mapas, tabs.; enc, 2008.

CHRISTOFOLETTI, A.. *Geomorfologia.* 2 ed. São Paulo: Edigard Blucher, 1980.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Novo Mapa de Solos do Brasil Legenda Atualizada.* Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123772/1/DOC-130-O-novo-mapa-de-solos-do-Brasil.pdf>. Acesso em 07 fev. 2024.

FARIA, M. M.; ZACCHI, R. C.; FERREIRA, E. S. *Caracterização morfométrica e biológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Serafim, Sub-Bacia do Rio Paraibuna, Juiz de Fora – MG.* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, Viçosa, MG, 2009. Anais [...] Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, Disponível em: https://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo3/063.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024.

DE ARAUJO FILHO, J. C. *Floresta Estacional Semidecidual.* Embrapa Solos. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-semidecidual#:~:text=As%20florestas%20estacionais%20semidecaduais%20classificadas,costeira%20e%20o%20ambiente%20semi%20%C3%A1rido>. Acesso em 10 fev. 2024.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA. Portaria IAT n° 213, de 22 de julho de 2020. Declara área crítica quanto ao uso de recursos hídricos de parte do Rio Azul, nos municípios de Palotina, Maripá e Assis Chateaubriand - PR. Diário Oficial Executivo, n.10735, 24 jul.; 2020a. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Areas-Criticasquanto-ao-uso-de-Recursos-Hidricos>. Acesso em: 18 jan. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Bacias e Divisões Hidrográficas do Brasil (2021)*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em 18 jan. 2024.

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

LINDNER, E. A.; GOMIG, K.; KOBIYAMA, M. *Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfológica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007.

MACHADO, P. J. de O.; TORRES, F. T. P. *Introdução a Hidrogeografia*. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 178 p.

MELLO, Y. R.; SAMPAIO, T. V. M. *Análise geoestatística da precipitação média para o estado do Paraná*. Revista Brasileira de Climatologia. v. 25, p. 643-660. 2019.

QGIS Development Team. 2021. *Versão 3.18 QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <https://qgis.org>.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; DE OLIVEIRA, L. F. C. *Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 115-123, 2010.

SOUSA, F. R. C. DE. *Caracterização morfológica da bacia hidrográfica do rio Tapuio (Ceará– Brasil)*. Revista de Geociências do Nordeste, v. 2, p. 555-564. Ceará, 2016.

TONELLO, K. C., 1979- T664a *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas*. Guanhães, MG, xiv, 69f.: il.; 29 cm. 2006. Viçosa - MG: UFV, 2005.

TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

United States Geological Survey (USGS). 2023. *SRTM - Shuttle Radar Topography Mission*. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>.