

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO SUL DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Elaine Cordeiro dos Santos¹, Juliana Oliveira Rodrigues ¹, Roberto Avelino Cecílio ¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Av. Governador Lindemberg, 316, Centro - 29550-000 - Jerônimo Monteiro-ES, Brasil, elainecordeiro1220@gmail.com, cfljuliana@gmail.com, racecilio@gmail.com.

Resumo

Realizou-se a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica no Município de Jerônimo Monteiro - ES, utilizando o software QGIS e suas ferramentas de geoprocessamento. O estudo foi dividido em três etapas: 1) Pré-processamento do MDE; 2) Delimitação da Bacia; e 3) Cálculo e posterior análise dos parâmetros morfométricos encontrados. Observou-se uma Densidade Hidrográfica (Dd) de 0,848 km km. A declividade média foi de 48,71%, e o relevo foi classificado como moderadamente dissecado, com uma Razão do Relevo (Rr) de 98,111 m.m⁻¹. A bacia foi classificada como de 5ª ordem e apresenta um sistema de drenagem do tipo dendrítica. De acordo com os parâmetros geométricos da bacia — Coeficiente de Compacidade de 1,808 m.m⁻², Fator de Forma de 0,688 m.m⁻¹, Razão de Elongação de 0,936 e Índice de Circularidade de 0,301 adimensional — a bacia apresenta uma forma alongada. Esses parâmetros sugerem uma menor tendência à ocorrência de inundações em condições normais de precipitação.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Recursos hídricos, Conservação.

Área do Conhecimento: Engenharia ambiental e sanitária.

Introdução

O estudo de bacias hidrográficas auxilia na compreensão dos processos hidrológicos e geomorfológicos que ocorrem em uma região. As bacias hidrográficas, são conhecidas como unidades naturais de gerenciamento de recursos hídricos, que apresenta uma intensa interação entre os fatores naturais e antrópicos, sendo influenciadas diretamente pelas características físicas do terreno (Gomes; Blanchi; Oliveira, 2021).

A análise morfométrica, é uma importante ferramenta para descrever quantitativamente os parâmetros físicos de uma bacia, compreender as dinâmicas de vazão, escoamento, erosão, sedimentação, além de auxiliar na identificação de áreas suscetíveis a inundações e outros processos erosivos que possam ocorrer (Fonseca Domingues et al., 2020).

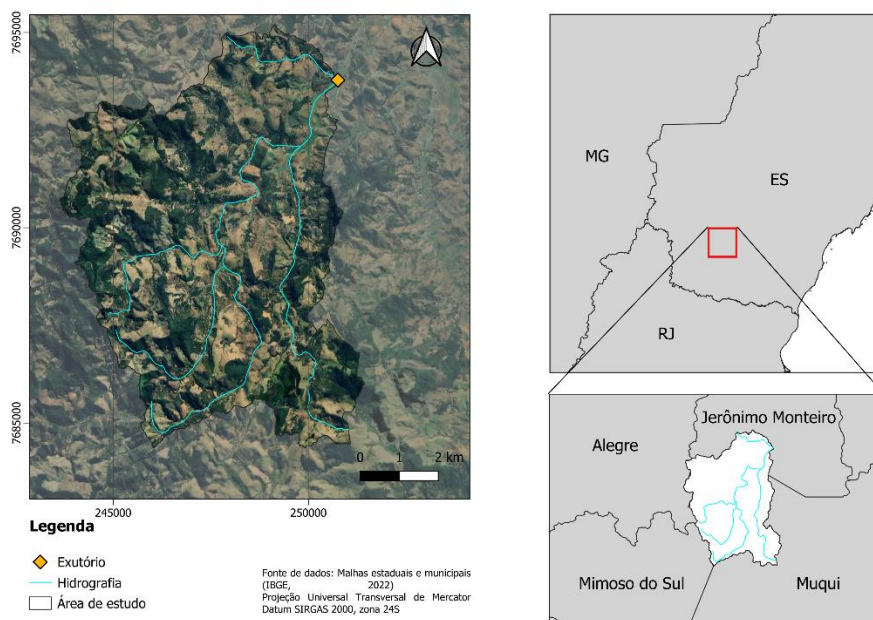
O município de Jerônimo Monteiro, localizado no sul do estado do Espírito Santo, insere-se na região do Caparaó capixaba, caracterizada por uma diversidade de relevos e coberturas vegetais, o que torna a análise morfométrica de suas bacias hidrográficas importante para a gestão ambiental e o planejamento territorial. A análise de parâmetros morfométricos, contribui para a identificação das áreas de risco e para o desenvolvimento de estratégias de mitigação de eventos hidrológicos extremos, como enchentes e deslizamentos de terra (Franco; Santo, 2015).

Este trabalho teve como objetivo realizar a análise morfométrica de uma bacia hidrográfica localizada no município de Jerônimo Monteiro-ES, em ambiente SIG, utilizando ferramentas de geoprocessamento e o Modelo Digital de Elevação (MDE) do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo - GEOBASES. A partir dos resultados encontrados, espera-se identificar as características físicas que influenciam no comportamento hidrológico da bacia, com foco em aspectos relacionados ao risco de inundações e à gestão dos recursos hídricos, contribuindo para o planejamento ambiental da região.

Metodologia

O estudo foi realizado em uma bacia localizada entre os municípios de Jerônimo Monteiro-ES e Muqui-ES (Figura 1). A área específica analisada, abrangendo 55,72 km² e está contida na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim. O clima predominante em Jerônimo Monteiro é tropical chuvoso do tipo Aw, caracterizado por uma estação seca no inverno e uma precipitação média anual de 1.732,8 mm. Em Muqui, o clima é temperado quente do tipo Cfa, sem estação seca no inverno, com temperaturas médias superiores a 22°C no mês mais quente e abaixo de 18°C no mês mais frio a precipitação média do mês mais seco em Muqui é superior a 60 mm (INCAPER, 2023).

Figura 1 – Área de estudo.



Fonte: Os Autores (2025).

Foram obtidos dados de uso e ocupação do solo, tipos de solos e altimetria, com o MDE de resolução espacial de 2 m e o Shapefile dos municípios do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2022). Para o processamento e análise dos dados, foi utilizado o software livre QGIS, versão 3.28.10 Firenze e o GRASS GIS integrado ao QGIS (QGIS, 2023).

O estudo foi realizado em três etapas:

Etapla 1- Pré-processamento do MDE: Com arquivo com resolução espacial de 2m foi realizada a reamostragem para uma resolução de 10 metros para facilitar o processamento dos dados no software QGIS. Para remover as imperfeições do MDE original foi utilizada a ferramenta de preenchimento do Grass - “*r.fill.dir*”.

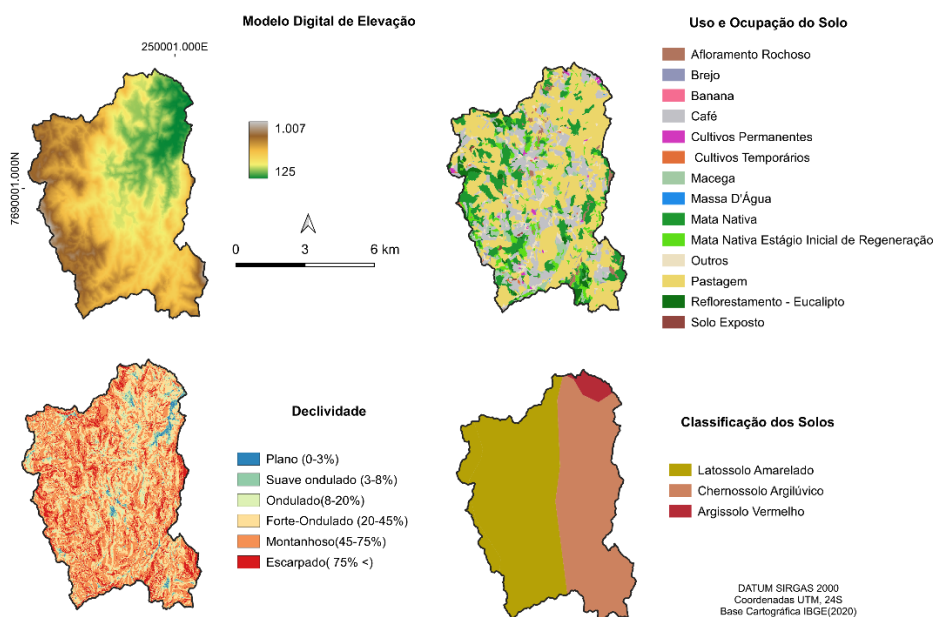
Etapla 2 - Delimitação da Bacia: Com o Modelo Digital de Elevação (MDE) corrigido, a delimitação da bacia foi realizada utilizando as ferramentas do GRASS. Inicialmente, a ferramenta *r.watershed* foi aplicada para calcular a direção de drenagem e gerar os segmentos dos rios. Em seguida, a ferramenta *r.water.outlet* foi utilizada para gerar a bacia hidrográfica dentro do município, determinando um ponto de saída com base na direção de drenagem e na interseção dos segmentos

Resultados

A figura 2 juntamente com as as Tabelas 1 e 2, apresentam o resumo das principais características ambientais da bacia em estudo.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Figura 2 - Características ambientais da bacia hidrográfica.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Tabela 2 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica (2019/2020).

Classes	Área (km²)	Área (%)
Afloramento rochoso	0,89	1,60
Brejo	0,15	0,27
Cultivo Agrícola - Banana	0,01	0,02
Cultivo Agrícola - Café	10,21	18,33
Cultivos Permanentes	0,31	0,56
Cultivos Temporários	0,16	0,29
Macega	2,23	3,99
Massa D'Água	0,06	0,10
Mata Nativa	8,09	14,52
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	3,49	6,27
Outros	1,48	2,65
Pastagem	26,89	48,25
Reflorestamento - Eucalipto	1,65	2,97
Solo Exposto	0,10	0,17

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Tabela 2 - Classes de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica (2019/2020).

Tipos de solos	Área (km ²)
Argissolo vermelho	1,35
Chernossolo argilúvico	24,02
Latossolo amarelo	30,34

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Os dados uso e ocupação do solo mostra que bacia é predominantemente ocupada por áreas de pastagem e cultivo, com pequenas zonas de vegetação nativa e áreas de construção civil concentradas nas margens do rio principal.

A Tabela 3, mostra os resultados dos parâmetros morfométricos encontrados para a área de estudo, obteve-se os seguintes parâmetros: uma densidade hidrográfica de 0,848 un.km⁻¹, uma ordem de drenagem de 5, e um número de segmentos de 12. A bacia possui uma área de 55,721 km², um perímetro de 48,211 km e um comprimento axial de 9 km.

Tabela 3 - Parâmetros morfométricos encontrados para a bacia hidrográfica.

Parâmetro morfométrico	Valor	Unidade
Rede de drenagem		
Densidade hidrográfica (Dd)	0,848	Km km ⁻²
Ordem da drenagem	5	adimensional
Número de segmentos (Lm)	12	unidade
Geometria da bacia		
Área (A)	55,721	km ²
Perímetro (P)	48,211	km
Comprimento Axial (Lx)	9	km
Coefficiente de compacidade (kc)	1,808	m.m ⁻²
Fator de forma (kf)	0,688	m.m ⁻¹
Razão de alongação (ke)	0,936	adimensional
Índice de circularidade (IC)	0,301	adimensional
Análise da textura da drenagem		
Índice de rugosidade (HD)	748,784	adimensional
Coefficiente de rugosidade (CR)	41,307	adimensional
Características do relevo		
Razão do relevo (Rr)	98,111	m.m ⁻¹

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Discussão

A predominância dos latossolos amarelos (Tabela 2), esses são solos com permeabilidade e retenção de água moderada, o grupo latossolos são os mais representativos do Brasil, sendo características principais serem profundos e bem drenados o que influencia significativamente a infiltração e a retenção de água (EMBRAPA, 2021). A bacia possui uma área de 55,721 km², é dominada por atividades de pastagem (48,25%), seguida pelo cultivo de café (18,33%), sendo a cafeicultura a principal atividade agrícola do Espírito Santo, estando presente em todos os municípios,

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

com exceção de Vitória. Além disso, a pecuária de leite também é significativa, com uma produção média de 55 litros diários por propriedade (INCAPER, 2022).

A predominância de pastagens mal conservadas pode aumentar o risco de degradação do solo e perda de biodiversidade, enquanto a cobertura de vegetação nativa e em regeneração desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade ambiental e no controle da erosão, embora possa não ser suficiente para compensar os impactos das atividades agropecuárias intensivas (Santos; Nascimento, 2021).

Na figura 2 nota-se que a bacia possui variações significativas de relevo, com áreas de alta declividade concentradas nas zonas montanhosas, que correspondem a 41% do terreno, características essas que quando combinadas às pastagens, conferem ao local um elevado potencial de escoamento superficial e erodibilidade do solo, o coeficiente de compacidade (k_c) de 1,808 e o índice de circularidade (IC) de 0,301 (Tabela 3), indica uma forma alongada, o que pode favorecer a concentração do fluxo hídrico. De acordo com os parâmetros apresentados, a bacia estudada apresentou um sistema de drenagem do tipo dendrítica, sua forma alongada é caracterizada por um comprimento maior do que a largura, essa forma de bacia está associada a uma menor tendência a inundações, pois a água tende a escoar de maneira mais eficiente ao longo da bacia. As bacias alongadas também possuem um tempo maior de concentração, ou seja, a água demora mais para chegar ao ponto de saída (Olszewski et al., 2011).

Além disso, o índice de rugosidade de 748,784 e o coeficiente de rugosidade de 41,307 indicam um relevo acidentado, combinado com o uso intensivo da terra, pode intensificar o escoamento superficial, afetando a retenção de água e o transporte de sedimentos. A presença de mata nativa e áreas de regeneração (Figura 2), embora significativa, pode não ser suficiente para contrabalançar os impactos da intensa atividade agrícola e de pastagem na dinâmica hídrica e na conservação do solo da bacia.

A rugosidade e o relevo são fatores significativos na bacia, sugerindo uma topografia acidentada, a razão do relevo (R_r) de $98,111 \text{ m.m}^{-1}$ indica que a diferença de altitude entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo da bacia é acentuada, isso significa que a bacia possui declives significativos, o que acelera o escoamento da água da chuva. A relação entre os parâmetros morfométricos da bacia e os valores de uso e ocupação do solo são importantes para compreender a dinâmica hidrográfica e o impacto ambiental na região de estudo. Com uma densidade hidrográfica (D_d) de $0,848 \text{ km}^{-1}$ e uma ordem de drenagem de 5, a bacia apresenta uma rede de drenagem bem estruturada, o que influencia diretamente o escoamento superficial e a capacidade de infiltração da água.

Ao confrontar os aspectos do relevo e a cobertura do solo, a análise morfométrica da bacia fornece informações sobre a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica, ajudando a identificar áreas que carecem de melhor cobertura vegetal, já que a mata nativa ocupa 14,52% da área. A vegetação desempenha um papel fundamental na redução da velocidade do escoamento superficial, no processo de infiltração e ao interceptar a água da chuva antes que ela atinja o solo, reduzindo a quantidade de água que chega diretamente ao solo, diminuindo o volume de escoamento superficial, que previne a erosão do solo e reduzir o risco de inundações.

Foi observado que parte de um curso d'água "Córrego da Boa Vista" não aparece nos dados de hidrografia do GEOBASES, que são fornecidos em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tal fato pode ser erro na atualização ou processamento dos dados originais, uma omissão no banco de dados ou inconsistências nas informações geográficas. Além disso, pode ocorrer que o curso d'água não tenha sido incluído na base de dados por questões de escopo ou de mapeamento incompleto, refletindo a necessidade de revisar e possivelmente atualizar as fontes de dados para garantir a precisão das informações hidrológicas.

Conclusão

A análise morfométrica é de grande utilidade para os estudos hidrológicos, e este trabalho demonstra a relevância de conhecer o comportamento da rede de drenagem e sua inter-relação com a geomorfologia da paisagem para o planejamento e a gestão da bacia hidrográfica de interesse. Integrar essas informações é fundamental para uma gestão eficaz dos recursos hídricos e para o planejamento de práticas de conservação do solo na bacia.

Referências

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Latossolos Amarelos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-amarelos>>. Acesso em: 18 set. 2024.

ESTEVES, L. V.; ESTEVES, A. M. S. L.; ALVES, E. M.; PAZ, D. H. F. DA. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA COMO INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAJABUÇU EM PERNAMBUCO. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 1088–1097, 30 jun. 2023.

FONSECA DOMINGUES, G.; BARBOSA, R. A. B.; CÉSAR SILVA ALVARENGA CORRÊA, C.; MARTINS GUIMARÃES, C.; JESUS DA SILVEIRA, L.; CARLOS TEIXEIRA DIAS, H. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARDO. **Revista Ifes Ciência**, v. 6, n. 2, p. 03–16, 28 ago. 2020.

FRANCO, A. C. V.; SANTO, M. A. D. Contribution of Morphometry to Flood Studies in the Luís Alves basin/SC, Brazil. **Mercator**, v. 14, n. 3, p. 151–167, 15 dez. 2015.

GEOBASES. Geobases - DOWNLOADS. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/downloads>>. Acesso em: 21 jun. 2022.

GOMES, R. C.; BIANCHI, C.; OLIVEIRA, V. P. V. DE. ANÁLISE DA MULTIDIMENSIONALIDADE DOS CONCEITOS DE BACIA HIDROGRÁFICA. **GEOgraphia**, v. 23, n. 51, 25 ago. 2021.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, - INCAPER. Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Proater 2020-2023. Vitória-ES: [s.n.]. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Jeronimo_Monteiro.pdf>.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL, - INCAPER. INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO. Cafeicultura. 2022. Disponível em: <<https://incaper.es.gov.br/cafeicultura>>.

OLSZEWSKI, N.; FERNANDES FILHO, E. I.; COSTA, L. M. DA; SCHAEFER, C. E. G. R.; SOUZA, E. DE; COSTA, O. D. V. Morfologia e aspectos hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 485–492, jun. 2011.

QGIS. Baixar o QGIS. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html>. Acesso em: 23 set. 2023.

SALIS, H. H. C.; COSTA, A. M. DA; VIANNA, J. H. M.; SCHULER, A. E. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DO MARINHEIRO, SETE LAGOAS - MG. **Boletim de Geografia**, v. 37, n. 2, p. 186–201, 17 abr. 2020.

SANTOS, Marianne Silva; NASCIMENTO, Paulo Sérgio De Rezende. ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE E VULNERABILIDADE À EROÇÃO HÍDRICA PELO PROCESSO ANALÍTICO HIERÁRQUICO (AHP). **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 1, 26 abr. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/37588>>.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa, através do edital FAPES nº 14/2023 - PROCAP 2024 DOUTORADO, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.