

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUQUI DO SUL, MIMOSO DO SUL, ES-BRASIL

Autores: Laysa Melyssa Miranda Rodrigues¹, Matheus Henrique da Silva²,

¹Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Engenharia Ambiental, Avenida Fernando Ferrari, 514, Campus Universitário de Goiabeiras - 29075-910 - Vitória-ES, Brasil, laysa.rodrigues@edu.ufes.br

²Universidade Federal do Espírito Santo, Campus Alegre / Departamento de Engenharia Florestal, Avenida Carlos Lindemberg, s/n, Centro, Jerônimo Monteiro, Brasil, matheushenriquema023@gmail.com.

Resumo

A análise morfométrica de bacias hidrográficas fornece subsídios para a compreensão do regime hidrológico e permite indicar graus de vulnerabilidade hidrogeológica, como a suscetibilidade a enchentes e inundações. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a morfometria da bacia hidrográfica do rio Muqui do Sul, Espírito Santo. Os parâmetros morfométricos foram obtidos com o auxílio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software livre QGIS. Os resultados indicaram que, devido ao formato alongado da área de estudo, a bacia apresenta baixa propensão natural a inundações. Entretanto, a rede de drenagem mostrou rápida resposta hidrológica a eventos de precipitação, e o relevo caracteriza-se por elevada amplitude altimétrica. Essas condições evidenciam que, embora a bacia possua forma menos suscetível a cheias, sua acentuada declividade, alta rugosidade e densidade de drenagem a tornam vulnerável a inundações, sobretudo em função da baixa capacidade de infiltração dos solos.

Palavras-chave: Morfometria; Bacia Hidrográfica; SIG.

Área do Conhecimento: Engenharias.

Introdução

De acordo com Maia et al. (2020), a bacia hidrográfica pode ser considerada como sistema físico de captação natural da água oriunda da precipitação onde o escoamento parte para um único ponto de saída. Essa unidade geográfica abrange diversos componentes físicos e naturais que interagem entre si. Por essas razões, a bacia hidrográfica é considerada uma unidade espacial fundamental para a compreensão do ciclo hidrológico (SERVIDONI et al., 2021).

Em face da importância desse componente ambiental, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), designa as bacias hidrográficas como unidades territoriais para estudo, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos.

Segundo Arulbalaji e Padamal (2020), a análise morfométrica de bacias hidrográficas constitui um elemento essencial em diferentes tipos de estudos hidrológicos. Ela engloba informações fisiográficas, como declividade, configuração e comprimento da rede de drenagem, além de seus parâmetros geomorfológicos, como a área e forma. A identificação das características morfométricas é crucial para compreender o comportamento da bacia ao longo de seu sistema de drenagem e determinar o grau de suscetibilidade aos riscos hidrogeológicos, como a vulnerabilidade a cheias, auxiliando na gestão e planejamento hídrico (PORTUGUEZ-MAURTUA et al, 2023).

O sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG) atualmente desempenham um papel essencial na obtenção dos parâmetros morfométricos de uma bacia (DIMPLE, 2022). O uso do software QGIS, por exemplo, viabiliza a aquisição e processamento de uma série de dados e

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

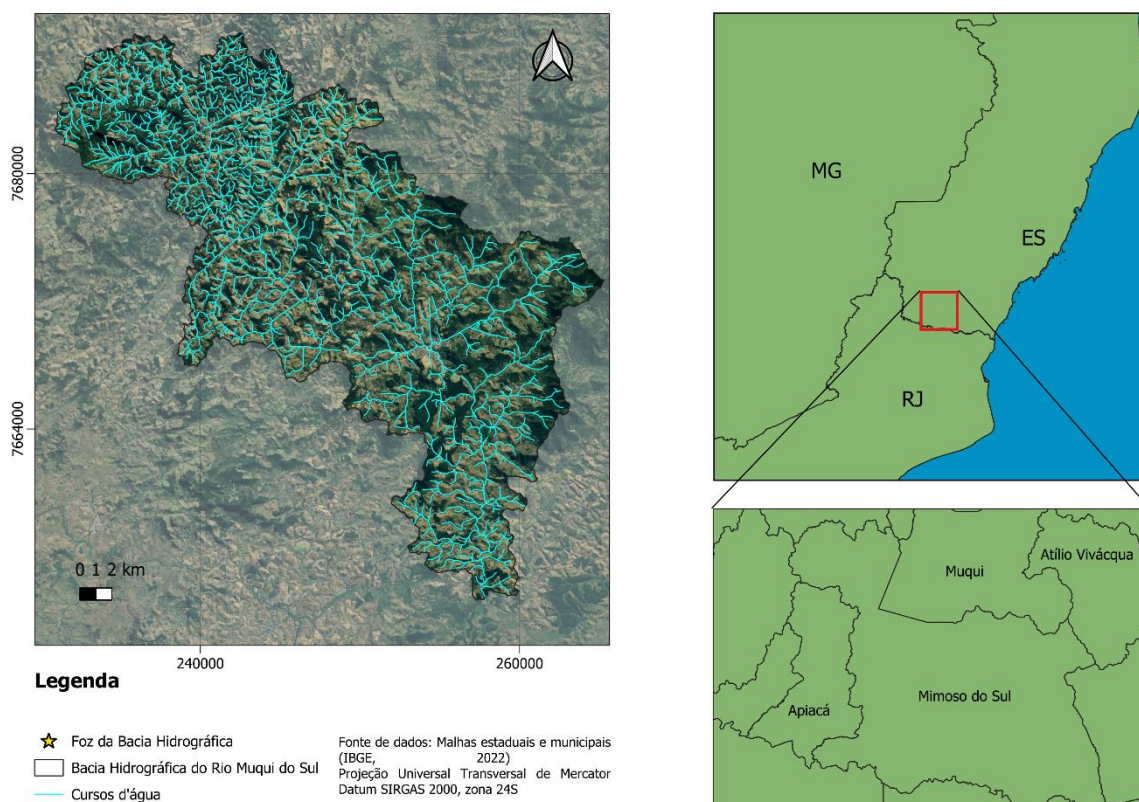
parâmetros, como o processamento do Modelo Digital de Elevação e o cálculo de índices morfométricos. A integração de ferramentas de geoprocessamento potencializa a compreensão dos processos hidrológicos e geomorfológicos, subsidiando diagnósticos ambientais mais robustos (AMORIM et al., 2021).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Muqui do Sul, por meio da utilização de software QGIS para extração de informações dos parâmetros morfométricos analisados.

Metodologia

A área de estudo (Figura 1) corresponde à bacia hidrográfica do rio Muqui do Sul, localizada majoritariamente no município de Mimoso do Sul. A bacia possui uma área de drenagem de aproximadamente 502,54 km² e está situada entre as coordenadas 230000 m a 265000 m (Leste) e 7652000 m a 7688000 m (Norte), de acordo com o Sistema de Referência Geodésico SIRGAS 2000, fuso 24 Sul. A bacia tem como curso principal o rio Muqui do Sul, cuja nascente se encontra a noroeste do limite municipal e cuja foz ocorre na confluência com o rio Itabapoana.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Muqui do Sul



Fonte: Os Autores

De acordo com a classificação climática de Köppen e Geiger (1928), atualizada por Alvares et al. (2014), o município de Mimoso do Sul é classificado como clima do tipo "Aw", caracterizado como tropical chuvoso, com estação seca no inverno. Nesse tipo climático, a temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C e a precipitação média do mês mais seco é inferior a 60 mm (INCAPER, 2020).

O processo metodológico para a delimitação da bacia hidrográfica foi realizado no software livre QGIS, versão 3.40.4, integrado ao complemento SAGA, versão 9.7.1. Como base altimétrica, utilizou-se o

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizado pela missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), com resolução espacial de 30×30 metros.

Para o pré-processamento da imagem, a camada foi reprojetada para o sistema de coordenada geodésico SIRGAS 2000 na zona 24 S. Comumente, estas imagens possuem imperfeições esporádicas, com isso aplicou-se a ferramenta Fill Sink (Wang & Liu), disponível no SAGA GIS, que corrige automaticamente essas inconsistências.

Com o MDE hidrologicamente corrigido, na ferramenta upslope área definiu-se a foz na confluência do Rio Muqui do Sul com o Rio Itabapoana, em que se utilizou-se a método Deterministic 8. Para a hidrografia utilizou-se os trechos de drenagem disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Para a caracterização morfométrica, os dados foram extraídos a partir dos arquivos *shapefile*. Os índices morfométricos foram estimados pelas equações da Tabela 1, abrangendo características geométricas, hidrográficas e de relevo.

Tabela 1 - Índices morfométricos considerados nesse trabalho

Índice	Equação	Variáveis
Coeficiente de compacidade	$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$	P = Perímetro da bacia hidrográfica (Km) e A= Área da bacia hidrográfica (Km ²)
Fator de forma	$K_f = \frac{A}{L^2}$	A= Área da bacia hidrográfica (Km ²) e L= Comprimento axial da bacia hidrográfica (Km)
Razão de alongação	$K_e = 1,128 \cdot \frac{\sqrt{A}}{L}$	A= Área da bacia hidrográfica (Km ²) e L= Comprimento axial da bacia hidrográfica (Km)
Índice de circularidade	$IC = 12,57 \cdot \frac{A}{P^2}$	A= Área da bacia hidrográfica (Km ²) e P = Perímetro da bacia hidrográfica (Km)
Densidade de drenagem	$D_d = \frac{L_t}{A}$	L _t = Soma dos comprimentos dos cursos d'água (Km) e A= Área da bacia hidrográfica (Km ²)
Sinuosidade	$SIN = \frac{L_{rio\ principal}}{L_{talvegue}}$	L _{rio principal} é o comprimento do curso d'água principal e L _{talvegue} = Soma dos comprimentos dos cursos d'água (Km)
Índice de sinuosidade	$IS = \frac{100 \cdot (L_{rio\ principal})}{L_{talvegue}}$	L _{rio principal} é o comprimento do curso d'água principal e L _{talvegue} = Soma dos comprimentos dos cursos d'água (Km)
Índice de rugosidade	$HID = D_d \cdot \Delta_{Altitude}$	D _d = Densidade de drenagem (Adimensional) e $\Delta_{Altitude}$ = Amplitude altimétrica da bacia hidrográfica (m)
Razão de relevo	$Rr = \frac{\Delta_{Amplitude}}{L}$	$\Delta_{Altitude}$ = Amplitude altimétrica da bacia hidrográfica (m) e L= Comprimento axial da bacia hidrográfica (m)

Fonte: os autores.

Resultados

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

A caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Muqui do Sul foi realizada com base em três grupos de atributos: geométricos, da rede de drenagem e do relevo. Os resultados dos parâmetros analisados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Características morfométricas da bacia

Características geométricas	Resultados
Área de drenagem	502,54 Km
Perímetro	217,85 Km
Comprimento axial da bacia	42,05 Km
Índice de compacidade	2,72
Fator Forma	0,28
Índice de circularidade	0,13
Razão de alongação	0,60
Características da Rede de Drenagem	Resultados
Comprimento total de todos os cursos d'água	1008,38 Km
Comprimento do curso principal	71,780 Km
Comprimento do talvegue	40,346 Km
Densidade de drenagem	2,00 km.km ⁻²
Sinuosidade	1,77 km.km ⁻¹
Índice de Sinuosidade	43,79 %
Características de relev	Resultados
Altitude máxima	1344,00 m
Altitude mínima	21,63 m
Amplitude altimétrica máxima	1322,37 m
Declividade média	33,10 %
Índice de rugosidade	2644,74
Razão de relevo	0,031 m.m ⁻¹

Fonte: os autores.

Discussão

A área total da bacia é de 502,54 km² e o perímetro de 217,85 km, apresentando um comprimento axial de 42,05 km. O índice de compacidade encontrado foi de 2,72. Horton (1945) infere que bacias que possuem um índice de compacidade superior a 1,50 apresentam baixa propensão a enchentes. Fator que corrobora para essa informação é o Índice de Circularidade (0,13). Esse índice varia de 0 a 1, sendo que valores mais próximos de 1 correspondem a bacias com formatos mais arredondados, sendo mais propensas a inundações, ao passo que quanto mais se distancia de 1, se mostra menos suscetível a cheias (VILLELA E MATTOS, 1975). Todos estes fatores indicam que a bacia não possui um formato circular, mas sim alongado, que também é evidenciado pela razão de alongação 0,60 (COUTINHO et al., 2011).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

O comprimento do rio principal da bacia possui 71,78 Km de extensão, apresentando alta densidade de drenagem (2 km/km^2), que segundo Villela e Mattos (1975) pode caracterizar como uma drenagem boa. Smichowski e Contreras (2022) ressalta que esta condição favorece que a bacia responda mais rapidamente a eventos de chuvas intensas devido a velocidade do escoamento. Avaliando o índice de sinuosidade que foi de 43,79%, segundo Schumm (1963) o rio principal tem tendência de ser sinuoso que relacionando com a sinuosidade de $1,77 \text{ km.km}^{-1}$. A sinuosidade de uma bacia hidrográfica também contribui potencialmente para ocorrência dos desastres hidrológicos supramencionados, assim como, influencia o comportamento do seu escoamento superficial, afetando o tempo de concentração das águas pluviais.

A amplitude altimétrica identificada na área de estudo foi de 1.322,37 metros, e a declividade média da bacia corresponde a 33,10%, o que caracteriza um relevo fortemente ondulado, segundo os critérios de classificação da Santos (2018). O índice de rugosidade obtido foi de 2.644,74, valor que, de acordo com Melton (1957), pode ser considerado muito forte, indicando a presença de relevos íngremes. Calil (2012) destaca que a declividade influencia diretamente na infiltração, de modo que áreas mais acentuadas tendem a apresentar maior densidade de drenagem, o que também foi constatado neste estudo. Já a razão de relevo foi de $0,031 \text{ m.m}^{-1}$, sendo classificada como baixa, conforme Rossi e Pfeifer (1999).

Conclusão

A bacia hidrográfica do rio Muqui do Sul apresentou índices geométricos que indicam baixa propensão natural a inundações em razão do seu formato alongado. **Porém**, a rede de drenagem demonstrou rápida resposta a eventos de precipitação, e o relevo, caracterizado por elevada declividade e rugosidade, associado à baixa capacidade de infiltração dos solos, torna a bacia potencialmente vulnerável a inundações.

Referências

- ARULBALAJI, P.; PADMALAL, D. Sub-watershed prioritization based on drainage morphometric analysis: a case study of Cauvery River Basin in South India. *Journal of the Geological Society of India*, v. 95, p. 25-35, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12594-020-1356-0>
- AMORIM, F. R.; SCHMIDT, M. A. R.; CAMBOIM, S.; ARAÚJO, N. S.; et al. Desenvolvimento de complemento QGIS para processamento de mapas morfométricos. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 22, n. 28, p. 1-15, jun. 2021. DOI: 10.14393/RCG228155683.
- CALIL, P. M.; OLIVEIRA, L. F. C. de; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, V. A. de. Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 433-442, 2012.
- COUTINHO, Luciano Melo; CECÍLIO, Roberto Avelino; XAVIER, Alexandre Cândido; ZANETTI, Sidney Sara; GARCIA, Giovanni de Oliveira. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DA PRATA, CASTELO, ES. **IRRIGA**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 369, 2018. DOI: 10.15809/irriga.2011v16n4p369. Disponível em: <http://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/308>. Acesso em: 1 set. 2025.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.56, n.3, 275-370, 1945.
- Maia, D. S., Azevedo, A. A. G., Costa, C. R., & Maciel, G. F. (2020). Contribuição socioeconômica da sub-bacia hidrográfica do rio Caiapó para o município de Marianópolis do Tocantins. *Revista Sítio Novo*, 4(4), 217-229. <http://dx.doi.org/10.47236/2594-7036.2020.v4.i4.217-229p>

MELTON, M. **An Analysis of the Relations Among Elements of Climate, Surface Properties and Geomorphology**. Department of Geology, Columbia University, Technical Report, 11, Project NR 389-042. Office of Navy Research, New York, 1957.

Dimple, D., Rajput, J., Al-Ansari, N., Elbeltagi, A., Zerouali, B., & Santos, CAG (2022). Determinação do comportamento hidrológico da bacia hidrográfica com base na análise morfométrica quantitativa na área de rocha dura da bacia hidrográfica de Nand Samand, Rajastão, Índia. *Hidrologia*, 9 (2), 31. <https://doi.org/10.3390/hydrology9020031>

Portuguez-Maurtua, M., Arumi, JL, Stehr, A., Lagos, O., Chávarri-Velarde, E., & Rivera-Ruiz, D. (2023). Mapeamento de áreas vulneráveis a inundações repentinas por meio de análise morfométrica com critérios de ponderação aplicados. *Água*, 15 (6), 1053. <https://doi.org/10.3390/w15061053>

ROSSI, M.; PFEIFER, R.M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 58, n.1, p.141-156, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/tdhnPVLdJrzH8m4NhYkGgpP/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

SANTOS, H.G., et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SCHUMM, S. A. A tentative classification of alluvial river channels. **US Geological Survey Circular**, 1963, 477 p.

SERVIDONI, L.E, et al. Atributos morfométricos e hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Alto Sapucaí, Minas Gerais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, Brasil, v. 41, n. 1, p. e169817, 2021. DOI:10.11606/ISSN.2236-2878.rdg.2021.169817. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdg/article/view/169817>. Acesso em: 19 maio. 2025.

SMICHOWSKI, H.; CONTRERAS, F. I. Morphometric analysis of the Santa Lucía river basin (Corrientes, Argentina). *Geographical Journal of Central America*, v.1, n.70, 297-320, 2022.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo, Ed. McGraw Hill do Brasil, 1975, 245p

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).