

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOTURNO, REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

Lucas da Silva Ribeiro ¹
Fabiano Dal Ongaro ²
Antônio Von Ende Dotto ³
Marisa Dal Ongaro ⁴
Luís Eduardo de Souza Robaina ⁵

INTRODUÇÃO

No Brasil, em janeiro de 1997, foi sancionada a Lei N° 9.433 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, fomentando a bacia hidrográfica como unidade territorial de gestão dos recursos hídricos e propunha como objetivos a prevenção e uso racional das águas, além da criação dos comitês de bacias hidrográficas (BRASIL,1997). Dessa forma, surgiu o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), com o objetivo de possibilitar estudos integrados, monitorar os usos da água, classificar seus cursos e coordenar as diversas instituições envolvidas.

Nesse sentido, Barrella et al. (2001) conceitua a bacia hidrográfica como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada por divisores de água (regiões mais altas do relevo), onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente, ou infiltra no solo para formação de nascentes e do lençol freático. Em conformidade a isso, a presente pesquisa tem como área de estudo a Bacia Hidrográfica do Rio Soturno (BHRS).

As bacias hidrográficas podem ser utilizadas como unidades territoriais para diversos tipos de análise, entre elas, a morfometria, que segundo Faria et al. (2009), que define como a análise quantitativa das interações entre a fisiografia e a sua dinâmica hidrológica. Esse método de análise é aplicado em bacias hidrográficas do Rio Grande do

¹ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, lucassilvaribeiro12@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, fabiano.on.ufsm@gmail.com;

³ Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, dottovon@gmail.com;

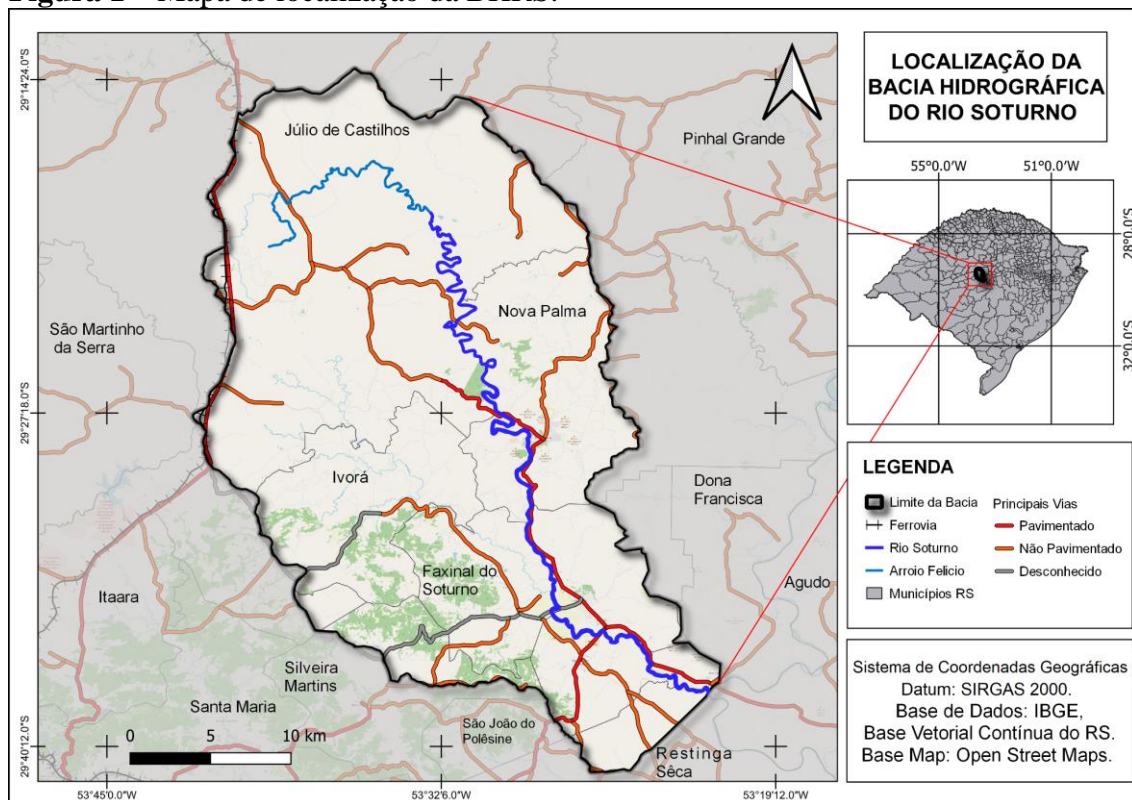
⁴ Mestra pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, marisadalongaro@gmail.com;

⁵ Doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, lesrobaina@yahoo.com.br.

Sul (KNIERIN, 2014; DIAS, 2017; 2020; SILVA, 2024). Desse modo, o objetivo deste estudo é a análise morfométrica da BHRS, para estabelecer as relações entre os parâmetros mensuráveis de uma bacia hidrográfica e os seus condicionantes.

A bacia hidrográfica do Rio Soturno (Figura 1) abrange os municípios de Júlio de Castilhos, Pinhal Grande, Nova Palma, Ivorá, Silveira Martins, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Restinga Seca e São João do Polésine.

Figura 1 – Mapa de localização da BHRS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

MATERIAIS E MÉTODOS

A realização da análise morfométrica do relevo tem como base a utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG), a exemplo de *softwares* que possibilita manipular diversos dados (cartográficos, de censo, de imagens de satélite, modelos numéricos de terreno obtidos por equipamentos topográficos, e de redes) como apontam Vedovello e Mattos (1998).

Para o mapeamento na área de estudo, foram coletados dados cartográficos a partir da Base Vetorial Contínua do RS na escala de 1:50.000 (HASENACK, WEBER, 2010). Os dados de altimetria foram obtidos através do órgão de pesquisas geológicas americana *United States Geological Survey* (USGS), onde estão hospedadas as imagens do sistema

de RADAR da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução de 30 metros. Foram utilizados, arquivos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que contém as malhas cartográficas dos municípios da federação para a construção dos mapas.

A delimitação da BHRS e suas sub-bacias foi realizada por meio do *software* Qgis (3.16.16 with GRASS 7.8.6), a partir do processo de vetorização manual, com o auxílio de perfis topográficos, curvas de nível georreferenciadas para a zona UTM 22S, pontos cotados e imagens de satélite do *Basemap: QuickMapService - Google Satélite*.

Para ordenar a rede hidrográfica, baseou-se em Horton (1945) modificada por Strahler (1957), na qual se observa que: os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; os canais de segunda ordem aparecem da confluência de dois canais de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem a partir da confluência dos canais de segunda ordem; e assim sucessivamente. Essa hierarquização é realizada com a intenção de facilitar e tornar mais objetivos os estudos morfométricos sobre as bacias hidrográficas.

Para determinação da densidade de drenagem, utilizou-se a classificação proposta por Villela e Mattos (1975), na qual a densidade de drenagem pode variar de 0,5 km/km² em bacias de drenagem pobre a 3,5 km/km² em bacias de drenagem ricas.

Para a análise da declividade e formas de relevo deste estudo utilizou-se como referência a classificação das formas de relevo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981), conforme representa a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das formas de relevo.

Amplitude Altimétrica	Declividade	Formas de relevo
< 100 metros	< 2%	Áreas Planas
	2 – 5%	Colinas suaves
	5 a 15%	Colinas
	> 15%	Morrotes
> 100 metros	> 15%	Morros

Fonte: Adaptado do IPT (1981).

No presente trabalho, foram calculados 4 principais índices morfométricos, os quais são: Amplitude altimétrica, densidade de drenagem, fator de forma e índice de rugosidade (Tabela 2). Além disso, buscou-se por valores de área, perímetro, comprimento do rio principal, comprimento de todos os canais e eixo axial, visto que são valores essenciais para a realização dos cálculos realizados.

Tabela 2 – Índices Morfométricos.

ÍNDICE	Equação	Notas
Densidade de Drenagem (Dd)	$Dd = \frac{L_{tot}}{A}$	Relação entre o comprimento total de todos os canais da rede de drenagem (L_{tot}) e a área da bacia (A).
Amplitude altimétrica (ΔH)	$\Delta H = H_{max} - H_{min}$	Diferença entre altitude máxima (H_{max}) e altitude mínima (H_{min}).
Fator de Forma (Kf)	$Kf = \frac{A}{L^2}$	É a relação entre a área (A) e o eixo axial (L^2) e devem estar na mesma unidade de medida (km ou m)
Índice de Rugosidade (Ir)	$Ir = \Delta H * Dd$	Relação entre a amplitude altimétrica (ΔH) e a densidade de drenagem (Dd)

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

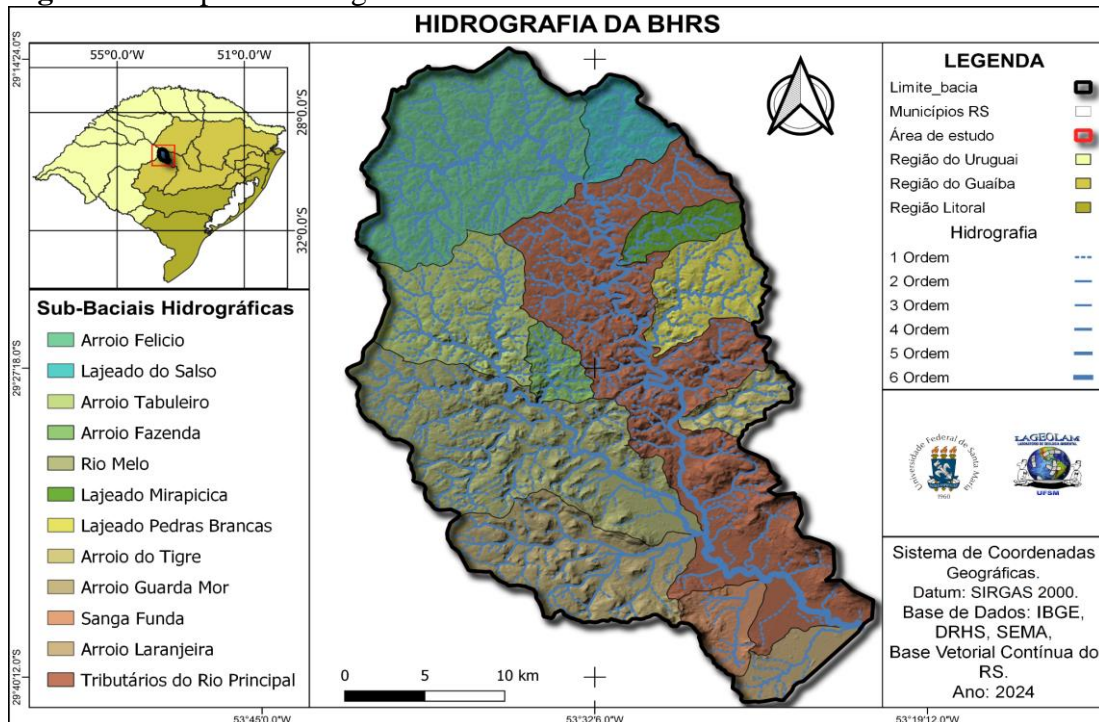
O Rio Soturno é um rio perene que surge da união de outros dois canais fluviais, o Arroio Felício e o Lajeado do Salso. A extensão do Rio, se calculada desde sua nascente (Arroio Felício) até a foz (Rio Jacuí) resulta em um canal principal de aproximadamente 136,542 km. O comprimento do canal principal junto aos canais fluviais da BHRS resulta em uma rede de drenagem composta por um comprimento total de canais de 1.459,85 km, distribuídos em seis ordens (Figura 2).

A densidade de drenagem de 1,48 km/km² indica que a Bacia Hidrográfica do Rio Soturno possui uma rede de drenagem medianamente drenada, o que sugere uma capacidade razoável de escoamento superficial. Densidades de drenagem mais altas podem indicar uma maior susceptibilidade à erosão, enquanto densidades mais baixas podem indicar áreas de baixa permeabilidade ou menor eficiência de escoamento. Em conformidade a isso, Oliveira et al. (2005) considera a densidade de drenagem como um importante parâmetro morfométrico dada a sua simplicidade de definição e mensuração, que vem sendo utilizado para diversas aplicações para o conhecimento do meio físico.

O estudo dos parâmetros morfométricos, constatou que a BHRS possui área de 986,767 km², sendo um dos principais indicadores da capacidade de coleta e escoamento

das águas pluviais, pressupondo também uma maior diversidade de ambientes. O perímetro, comprimento de uma linha imaginária ao longo dos divisores de água do limite da bacia, possui cerca de 160,915 km e sugere uma forma alongada.

Figura 2 – Mapa de Hidrografia da BHRS



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

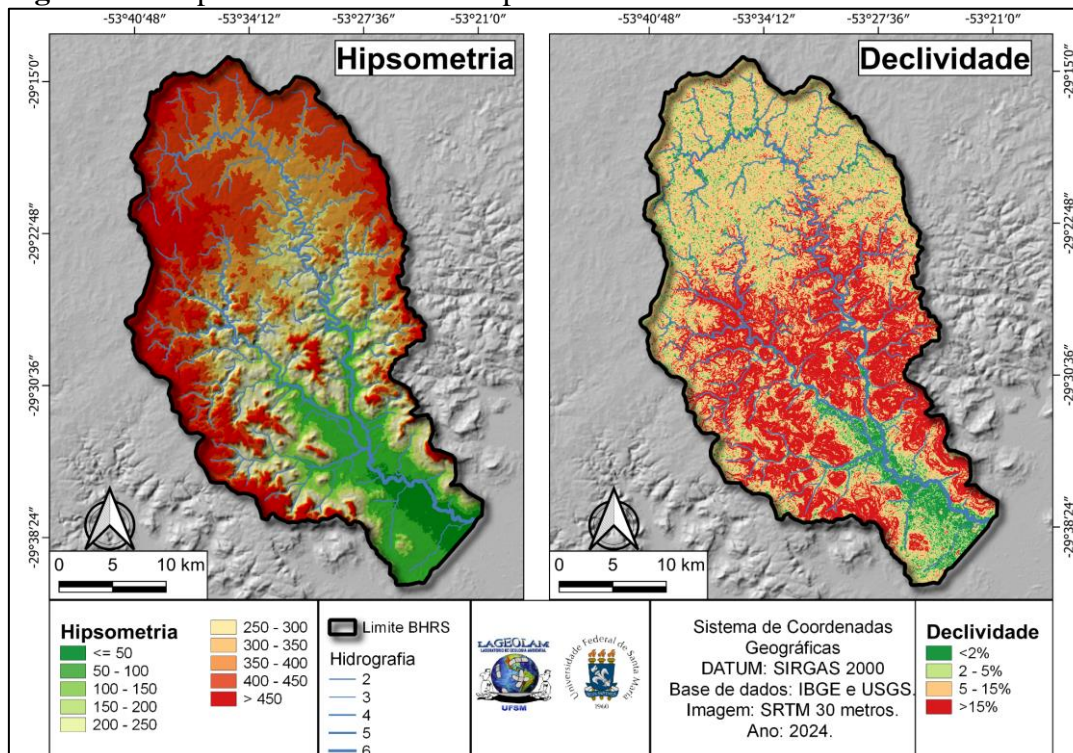
De modo geral, o relevo da bacia hidrográfica em questão (Figura 3) é destacado por ser uma área de transição entre o compartimento geomorfológico Planalto Meridional Brasileiro (sobre a Formação Serra Geral), seu rebordo e a Planície Sedimentar Aluvial da Depressão Central (SARTORI, 2005).

A amplitude altimétrica da BHRS é de 508 metros, sendo a altitude mínima de 36 metros e a máxima de 544 metros. Visando tais dados de hipsometria (Figura 3), se faz evidente que os rios localizados no setor médio da bacia apresentam maior velocidade das águas, o que resulta na intensificação dos processos erosivos e na deposição de sedimentos nas áreas mais baixas da bacia, que por sua vez, são mais suscetíveis a inundações.

A declividade média da BHRS foi estimada entre 2% e 5%, e corrobora com a variação geomorfológica da bacia que possui declividades >15% na porção central representadas pelo rebordo, do planalto na porção norte com declividades suavemente onduladas (>5%) e a depressão com áreas planas (< 2%) na porção sul. A característica da porção central favorece o escoamento superficial o que maximiza o risco de erosão e

deslizamentos. Por sua vez, nas regiões norte e sul, ocorre maior infiltração da água no solo e reduz a velocidade do escoamento superficial, minimizando o risco de erosão e deslizamentos, contribuindo para práticas intensivas de agricultura. A Figura 3 possibilita a visualização das declividades da BHRS.

Figura 3 – Mapas de Declividade e Hipsometria.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O fator de forma pode ser um indicativo acerca dessas áreas pontuais suscetíveis a inundações na BHRS visto que quando obtido, valores de $K_f < 0,51$, sugere-se que a bacia tende a ser mais alongada, o que favorece o processo de escoamento hídrico (MULLER, 1953; SCHUMM, 1956). Nesse sentido, em bacias que possuem formato alongado, a pluviosidade ocorre de maneira mais difusa, tornando o escoamento uniforme pela área de captação de água, como o caso da BHRS em que obteve um valor de fator de forma igual a 0,31.

O índice de rugosidade foi calculado em 0,75 indicando um valor baixo, o que define menor risco de degradação erosiva da bacia. Visto que a bacia apresenta pouca variação em relação ao relevo e a densidade de drenagem, ressalvo apenas entre o Planalto Meridional Brasileiro e a Depressão Central, com baixa capacidade de absorção de água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Soturno indica características importantes que influenciam a dinâmica hidrológica e geomorfológica da região. A bacia apresenta declividade média entre 2% e 5% com alterações na região central, a rede de drenagem é classificada como medianamente drenada e conta com uma forma alongada, o que torna a bacia menos propensa a inundações.

Este estudo contribui para a compreensão da dinâmica morfométrica da Bacia do Rio Soturno e fornece uma base inicial para futuras pesquisas e práticas de gestão ambiental. A utilização do SIG mostrou-se prático na análise dos parâmetros morfométricos, destacando a importância dessas ferramentas para o planejamento e a gestão de bacias hidrográficas.

Portanto, a partir dos produtos cartográficos gerados pode-se considerar que a metodologia utilizada é adequada para a caracterização morfométrica da BHRS, com potencial para suporte para o desenvolvimento de futuros trabalhos que relacionem as características do relevo, hidrografia e acrescentando uma análise a partir do uso e cobertura do solo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Análise morfométrica, SIG.

REFERÊNCIAS

- BARRELLA, W. et al. **As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) *Matas ciliares: conservação e recuperação.* 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia.* São Paulo: Edgard Blücher. 1999.
- DIAS, D. F.; et al. **Mapeamento e caracterização das unidades de relevo do município de rosário do sul - RS.** I congresso nacional de geografia física. p.6112-6123, 2017.
- FARIA, M. M.; et al. **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. Editora da Universidade Federal de Viçosa, 13. 2009.
- HASENACK, H.; WEBER, E. **Base Cartográfica Vetorial Contínua do Rio Grande do Sul. Escala 1:50.000.** Porto Alegre: UFRGS, 2010.
- HORTON, R. E. **Erosional development of streams their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology.** Bulletin of the Geological Society of America, Colorado, v.56, p.275 – 370, 1945.
- KNIERIN, I. S.; et al. **Análise de parâmetros morfométricos para a bacia hidrográfica do arroio lajeado grande, oeste do rs.** Revista geonorte, v. 5, n. 23, p.101-105, 2014.

MÜLLER, V.C. **A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area.** New York: Virginia and Tennessee. Dept. of Geology. n. 3, p.30, 1953.

OLIVEIRA A. M. S.; et al. **Densidade de Drenagem da Bacia Incremental do Reservatório de Porto Primavera, rio Paraná (SP/MS): perspectiva de sua adoção como indicador de produção de sedimentos das bacias hidrográficas.** Revista de Geomorfologia, Ano 6, Nº 1, p.33-44, 2005.

PIRES, J. S. R.; et al. **Parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas: um estudo de caso no estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 10(3), p.5-14, 2005.

SANTOS, V. S.; et al. **Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do rio Jaguari–Oeste do RS.** Geosul, v. 35, n. 76, p.87-106, 2020.

SARTORI, P. L.; et al. **Contribuição ao estudo das rochas vulcânicas da bacia do Paraná na região de Santa Maria, RS.** Revista brasileira de geociências, São Paulo, v5, p.141-159, 1975.

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

SILVA, W. O.; et al. **Análise do relevo a partir de parâmetros geomorfométricos obtidos em análise automatizada no município de Toropi/RS.** Geografia ensino e pesquisa. Santa Maria, v. 27, p.1-24, 2024.

STRAHLER, A. N. **Dynamic basis of geomorphology.** Geological Society of America Bulletin, 63(9), p.923-938. 1952.

VEDOVELLO, R. **Aplicações da Cartografia Geoambiental.** In: 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental. São Carlos: Anais, 2004.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.