ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE AFLUENTES DO RIO TAQUARI QUE CONTRIBUEM PARA CHEIAS E INUNDAÇÕES EM ESTRELA/RS

Daniel Vieira Mendes [1] & Francisco F. N. Marcuzzo [2]

Palavras-Chave – Cheia, Inundação, Afluentes do Rio Taquari.

INTRODUÇÃO

O município de Estrela/RS é o sétimo maior em número de áreas de risco geológico devido à inundação de todo o Brasil (até o momento), sendo estas divididas em 18 de risco muito alto e 20 de risco alto, afetando um número total de 12.316 pessoas (Oliveira Filho; Viero, 2025; SGB, 2026). O município recebe previsão de cheias devido à importância dos acontecimentos dos desastres hidrológicos (Marcuzzo; Matos, 2024).

Conforme SEDUR e UNIVATES (2024), devido aos eventos de cheia de 2023 e 2024, 37,45% da população de Estrela foi atingida. As cheias do rio Taquari afetam o referido município. Em Estrela, a maior cheia (maio de 2024) atingiu 34,05m, levando a 75% da cidade a ficar submersa (Prazeres; Mata, 2024; SEDUR; UNIVATES, 2024). Os arroios Boa Vista e Estrela são os mais notáveis que impactam na área urbana de Estrela, sendo que a maior densidade de ocupação está justamente entre estes dois cursos hídricos (SEDUR; UNIVATES, 2024). Conforme Faleiro (2023), o arroio Boa Vista teve uma importante influência, devido à sua alta vazão, na elevação do rio Taquari na cheia de novembro de 2023. Segundo SEDUR e UNIVATES (2024), na cheia de 2024, também se verificaram áreas afetadas por inundação, inclusive da área urbana, devido às elevações de ambos os arroios. Conforme SGB (2025), de uma forma geral, as planícies de inundação dos arroios supracitados, constituem, juntamente com as do rio Taquari, os locais dos setores de risco geológico.

Uso de ferramentas de geoprocessamento e imagens de satélites permite uma maior eficiência na delimitação e análise de uma região hidrográfica (Romero *et al.*, 2011), dado que, por meio delas, pode-se obter os parâmetros morfométricos (Negri; Fill, 2023). Através destes, pode-se entender as características de uma bacia hidrográfica (BH) e as influencias destas na dinâmica das cheias (Rafaeli Neto, 1994; Borsato, 2005; Marcuzzo *et al.*, 2012).

Assim, este estudo tem como objetivo fazer uma análise dos parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas que constituem os arroios Boa Vista e Estrela, no município de Estrela/RS, cujos os extravasamentos contribuíram de maneira significante para a grande inundação de maio de 2024.

METODOLOGIA

Para concepção das bacias hidrográficas, foi utilizado o software e HEC-HMS. Utilizou-se modelo digital de elevação (MDE) proveniente do ANADEM. A área mínima para delimitação de bacia foi de 2,5% (Jha et *al.*, 2004). Para cálculo dos índices e coeficientes morfométricos, foram seguidos cálculos e procedimentos apresentados em Rafaeli Neto (1994), Christofoletti (1980), Marcuzzo *et al.* (2012), Borsato (2005), Tschiedel, Pickbrenner e Marcuzzo (2012), Romero *et al.* (2011), Fiorese (2020), Melo, Batista e Galvão (1986).

1) IPH/UFRGS – Avenida Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, CEP: 91501-970, Porto Alegre-RS. danielmendesdaniel@hotmail.com
2) SGB - Serviço Geológico do Brasil – R. Banco da Província, 105, Santa Teresa, Porto Alegre/RS. francisco.marcuzzo@sgb.gov.br.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processamento do MDE resultou nas duas bacias hidrográficas dos arroios Boa Vista e Estrela e de suas drenagens (Figura 1). Os resultados da análise morfométrica estão na Tabela 1.

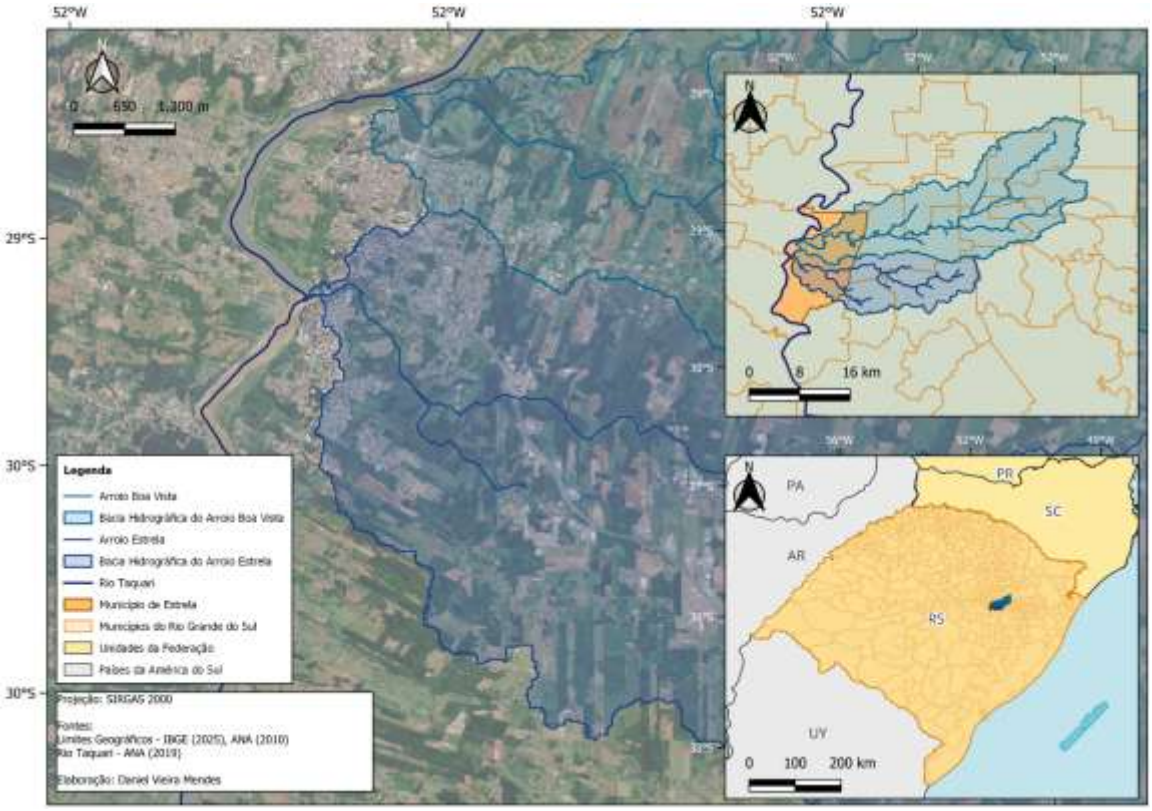


Figura 1. Bacias hidrográficas dos arroios Boa Vista e Estrela. Fonte: os autores.

Tabela 1 – Resultados da análise morfométrica. Fonte: os autores.

Parâmetro	Unidade	BH Arroio Boa Vista	BH Arroio Estrela
Área da bacia	km²	576,97	238,31
Perímetro	km	217,43	123,29
Comprimento axial da bacia	km	50,62	30,47
Cota mais alta	m	714,79	508,06
Cota mais baixa	m	14,00	14,00
Relevo total	m	700,79	494,06
Elevação Média	m	341,77	118,85
Soma dos Comprimentos dos rios	km	136,67	78,71
Comprimento do rio principal	km	82,06	41,57
Cota máxima (Rio Principal)	m	528,05	149,16
Cota mínima (Rio Principal)	m	14,00	14,00
Coeficiente de Massividade	m/km²	0,59	0,50
Coeficiente Orográfico	m²/km²	202,45	59,27
Índice de rugosidade	km*km/km²	0,17	0,16
Fator de forma	km²/km²	0,23	0,26
Compacidade	km/km	2,55	2,25
Circularidade	km²/km²	0,15	0,20
Densidade de Drenagem	km/km²	0,24	0,33
Coeficiente de Manutenção	m²/m	4221,60	3027,89
Tempo de concentração (Giandotti)	h	12,08	13,34

Considerando o Fator de Forma encontrado de 0,22 km²/km² para bacia do Arrio Boa Vista e de 0,25 km²/km² para bacia do arroio Estrela, não haveria uma propensão tão grande a enchentes, uma vez que estão distantes de 1. Segundo esse valor, as bacias não se aproximariam de um formato

retangular, ou, em outros termos, não compactas. O mesmo se segue para os Coeficientes de Compacidade, com seus valores distante da unidade, isto é, as bacias em questão não poderiam ser equiparadas a uma outra de formato circular de mesma área. A mesma interpretação desses dois coeficientes se segue para a Circularidade com seus valores distantes da unidade, isto é, a bacia é alongada (Rafaeli Neto, 1994; Christofoletti, 1980). Os Índices de Rugosidade das duas bacias apresentaram valor pequenos e próximos, denotando uma drenagem ruim para ambas as duas, com tendência de acumular mais água, sendo menos suscetível a eventos extremos de vazão máxima (Negri; Fill, 2023). Os Coeficientes de Massividade apresentaram valores que caracterizam as bacias como uma proporção maior de terras altas (BH Arroio Boa Vista) e baixas (BH Arroio Estrela) (Borsato, 2005; Tschiedel; Pickbrenner; Marcuzzo, 2012). A bacia do arroio Boa Vista, com maior coeficiente de massividade, possui uma maior capacidade de ter sedimentos erodidos e transportados (Almeida *et al*., 2013). Coeficiente Orográfico também auxilia na inferência de transporte de sedimentos, visto que maior é a energia dissipada no escoamento ao longo da bacia. A bacia do arroio Boa Vista apresentou um valor bem maior que a do arroio Estrela, possuindo, assim, um maior transporte (Melo; Batista; Galvão, 1986). O valor do Coeficiente Orográfico da bacia do arroio Boa Vista também denota que ela tem um volume rochoso maior que a do arroio Estrela (Sousa; Rodrigues, 2012). Os valores densidade de drenagem das duas bacias, para a área mínima escolhida, foram de 0,24 km/km² e de 0,33 km/km², podendo ser classificadas com capacidade drenagem baixa, prevalecendo processos de infiltração (Negri; Fill, 2023; WMO, 1994). Sendo que as águas que precipitam sobre a bacia do arroio Estrela conseguem ser drenadas mais rapidamente para fora da bacia comparada com a do Boa Vista (Moura *et al*., 2018). A área mínima necessária para manutenção de um metro de canal, isto é, existência e perenidade do curso hídrico (Barbosa *et al*., 2018), é de 4221,6 m² para bacia do arroio Boa Vista, enquanto para a do arroio Estrela é necessária uma área menor para manter o curso hídrico 3027,86 m²/m. Além disso, vide o tempo de concentração de 12h, verifica-se que bacia não tende a ter inundações bruscas (Azambuja; Conceição; Pereira, 2021).

Em um estudo realizado no rio Paraíba (Marcuzzo *et al*., 2012), verificou-se semelhanças entre parâmetros da bacia do rio Ingá com a do arroio Estrela nos valores de área e comprimento do rio principal. Em outra análise realizada em 14 bacias hidrográficas brasileiras (Negri; Fill, 2023), verificou-se que a bacia do arroio Boa Vista apresentou valores próximos ao da bacia PCH Fazenda Velha nos parâmetros de área, perímetro, compacidade. A bacia Mirim Doce teve seus valores próximos aos da bacia do arroio Estrela nos parâmetros de área, perímetro, comprimento axial, fator de forma, compacidade. As altitudes dessas bacias, e a área mínima para geração de canais, são alguns dos motivos que fizeram os demais parâmetros variarem, dado que cada região tem suas próprias características. Todavia, esses resultados demonstram assertividade dos cálculos deste trabalho.

Ao avaliar eventos hidrológicos extremos pretéritos, as áreas no entorno dos arroios tiveram um poder destrutivo menor, enquanto as áreas mais severamente afetadas se encontram às margens do rio Taquari (SGB, 2025). Conforme SEDUR e UNIVATES (2024), a maior proporção das áreas afetadas pela cheia de 2024 justamente se encontra às margens do rio Taquari.

CONCLUSÃO

Realizou-se análise morfométrica em duas bacias hidrográficas, arroio Boa Vista e arroio Estrela, que drenam diretamente para o rio Taquari, em sua margem esquerda, e exercem influência de enchentes e inundações no município de Estrela/RS. Com base nos resultados, algumas inferências podem ser feitas a respeito das suas características morfométricas: a bacia do arroio Boa Vista tenderia a transportar mais sedimentos que a do arroio Estrela; as bacias apresentaram formatos que não seriam tão suscetíveis a enchentes; as drenagens das duas bacias foram classificadas como pobres. De modo geral, verificou-se que estas duas bacias não tenderiam a contribuir substancialmente para

as cheias na cidade de Estrela/RS em comparação à influência exercida pelo represamento delas pelo rio Taquari.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. S. *et al*. (2013). "*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"*. RBG.

AZAMBUJA, A.; CONCEIÇÃO, A.; PEREIRA, V. R. (2021*). "Caracterização fisiográfica da Bacia do Ribeirão Xambioazinho, Xambioá - TO"*. Informe Técnico-Científico de Prevenção de Desastres e Ordenamento Territorial.

BARBOSA, L. N. *et al*. (2018). Bacias hidrográficas e análise de seus parâmetros quantitativos. EDUERN.

BORSATO, F. H. (2005). *Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores*. Dissertação. UEM, Maringá/PR, 257 p.

CHRISTOFOLETTI, A. (1980). *Geomorfologia.* 2ª ed. Edgard Blücher, São Paulo/SP, 188 p.

FALEIRO, F. (2023). "*Enchente volta a castigar e região clama por um plano"*. A Hora.

FIORESE, C. H. U. (2020). *"Caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do córrego Bom Sucesso, no município de Iúna, Estado do Espírito Santo"* in Anais do II Sustentare e V WIPIS, Campinas/SP.

JHA, M. *et al*. (2004). *"Effect of watershed subdivision on SWAT flow, sediment, and nutrient predictions"*. JAWRA.

MARCUZZO, F. F. N.; MATOS, A. J. S. (2024). *Operação do sistema de alerta hidrológico da bacia do Rio Taquari 2024.* Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil. Porto Alegre, 8 p.

MARCUZZO, F. F. N. *et al*. (2012). *"Detalhamento hidromorfológico da bacia do Rio Paraíba"* in Anais do XI SRHNE, João Pessoa/PB.

MELO, J.; BATISTA, A.; GALVÃO, L. (1986). *"Análise morfométrica e sua aplicação na implantação de barragens de formação de aquíferos e solos no Vale do Encanto - RN"*. Águas Subterrâneas, n.1, p. 413-425.

MOURA, D. M. B. *et al*. (2018). *"O uso de geotecnologias na análise morfométrica da alta bacia hidrográfica do ribeirão Santo Antônio, no município de Iporá-Goiás, Brasil"*. GeoFocus. IJGIS, n.21, p.19-37.

NEGRI, R.; FILL, H. (2023*). "Caracterização física de 14 bacias hidrográficas brasileiras: proposição do indicador da declividade média dos rios e do coeficiente de suscetibilidade de enchentes"*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v.28.

OLIVEIRA FILHO, I. B.; VIERO, A. C. (2025). *Cartografia de risco geológico: atualização de mapeamento: Estrela, RS. Programa Gestão de Riscos e Desastres*. SGB-CPRM, Rio de Janeiro, 27 p.

PRAZERES, L.; MATA, J. (2024). "*'É um cemitério isso aqui': a volta de uma família a bairro 'fantasma' após inundações no RS"*. Disponível em: https://www.bbc.com. Acesso em: 12 mai. 2026.

RAFAELI NETO, S. L. (1994). *Analises morfometricas em bacias hidrograficas integradas a um sistema de informações geograficas*. Dissertação. UFPR, Curitiba/PR, 89 p.

ROMERO, V. *et al*. (2011). *"Análise hipsométrica da sub-bacia 63 na região hidrográfica do Paraná"* in Anais do XL CONBEA, Cuiabá/MT.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB). (2026). *Dashboard - Risco Geológico*.

SEDUR; UNIVATES. (2024). *Planos Diretores: Reconstrução do Vale do Taquari - Zoneamento de áreas de risco: Estrela*. Porto Alegre/RS, 122 p.

SOUSA, F. A.; RODRIGUES, S. C. (2012). *"Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos"*. Mercator, v.11, n.25, p.141-151.

TSCHIEDEL, A. F.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. (2012). *"Análise hidromorfológica da sub-bacia 87"* in Anais do XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, João Pessoa, pp. 1-20.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). (1994). *Guide to Hydrological Practices*. 5ª ed.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.