

MODELAGEM HIDROLÓGICA NO ARROIO MARTINS EM RIO GRANDE/RS

MARIANA DE OLIVEIRA LEVIEN¹; ANA PAULA GOMES²

¹Universidade Federal do Rio Grande – marianalevien@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande – anapaulaa.gomes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm intensificado eventos extremos, como chuvas intensas e estiagens. Dessa forma, as enchentes de abril e maio de 2024 no Rio Grande do Sul evidenciaram a necessidade de compreender o comportamento dos corpos hídricos a fim de prever e mitigar riscos de inundação. PAIVA *et al.* (2024) apontam que o Sul do Brasil concentra a maior projeção de aumento de cheias associadas às mudanças climáticas, corroboradas também pelos volumes de precipitação registrados no Estado em 2023. Nesse contexto, o conhecimento hidrológico local é essencial para a elaboração de planos de drenagem, ordenamento territorial e mapas de inundação, que auxiliam o poder público a agir de forma assertiva em cenários críticos.

O presente trabalho propõe a modelagem hidrodinâmica do Arroio Martins, visando contribuir para o entendimento do seu comportamento frente a eventos de inundação. O objetivo geral é mapear a mancha de inundação do Arroio Martins, localizado em Rio Grande/RS, por meio da integração entre Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e os softwares HEC-HMS e HEC-RAS. Os objetivos específicos deste trabalho são: determinar as características físicas da bacia hidrográfica do Arroio Martins, através de técnicas de geoprocessamento; quantificar as vazões máximas, com período de 10, 50 e 100 anos em exutório; analisar as manchas de inundação resultantes da modelagem hidrodinâmica, para determinação de áreas de risco.

O município do Rio Grande situa-se sobre depósitos sedimentares da Planície Costeira (BOBADILHO; TAGLIANI, 2012). Entre cordões litorâneos, dunas e banhados, nascem seis arroios, entre eles o Martins, objeto deste estudo. Segundo TAGLIANI (1997, apud SCHUSTER-OLIVEIRA *et al.*, 2012), o processo de ocupação urbana do município ocorreu em terrenos planos, com altitudes médias próximas a cinco metros, resultando em uma rede hídrica composta majoritariamente por arroios e pequenos corpos d'água. SCHUSTER-OLIVEIRA *et al.* (2012) destacam que os arroios Bolaxa, Vieira e Martins funcionam como escoadouros das águas pluviais e banhados adjacentes, contribuindo para o equilíbrio hidrológico local.

O Arroio Martins atravessa áreas nativas e rurais, desempenhando a função de escoar o excesso de água das regiões alagadas em direção à Lagoa dos Patos. Está inserido na bacia hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo, e é um exemplo de corpo hídrico sem monitoramento fluviométrico.

A bacia hidrográfica é considerada fundamental para estudos hidrológicos e de planejamento ambiental. Para além da sua delimitação física, o funcionamento hidrológico de uma bacia está diretamente condicionado às suas características morfológicas, como área de drenagem, comprimento do rio principal e declividade. Esses parâmetros são essenciais para a definição do tempo de concentração (tc), utilizado no dimensionamento de sistemas de drenagem, reservatórios e estruturas de controle de cheias, podendo ser estimado por meio

de equações empíricas. Dentre as mais utilizadas, destaca-se a Equação de Kirpich, que apresenta bons resultados para bacias de até 12.000 km² (SILVEIRA, 2005).

Para COLLISCHONN *et al.* (2015), as chuvas intensas são as causas das cheias, que são responsáveis por grandes prejuízos à população. Para estimar esses eventos, utilizam-se curvas Intensidade-Duração-Frequência (IDF), construídas a partir de séries de dados pluviométricos locais. Estudos recentes, como o de VASSÃO (2023), mostram a importância de atualizar as curvas IDF para o município de Rio Grande, refletindo maior confiabilidade nas análises.

Os MDEs possibilitam análises quantitativas e mapeamentos precisos da superfície terrestre a baixo custo, sendo fundamentais para o entendimento da superfície do terreno. Entre os MDEs mais utilizados no Brasil atualmente, destacam-se o SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), o ALOS PALSAR e o COPERNICUS (MACÊDO, 2018; FRANÇA, 2023).

Em relação à modelagem hidrológica, o Método SCS-CN é um dos métodos mais aplicados na estimativa do escoamento superficial (BARBOSA, 2022). Entre as ferramentas de simulação, destacam-se os *softwares* HEC-HMS e HEC-RAS, amplamente empregados em estudos de drenagem e previsão de cheias.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi estruturada em cinco etapas: “Determinação das informações planialtimétricas do local”, “Caracterização física da bacia”, “Determinação da chuva de projeto”, “Simulação hidrológica de chuva x vazão” e “Simulação hidrodinâmica”.

A área de estudo está localizada no município de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, próxima ao bairro Vila Santa Rosa. Seu exutório situa-se nas proximidades da BR-392.

A área da bacia hidrográfica foi determinada no programa QGIS (versão 3.16), em associação as ferramentas do GRASS GIS (7.8.6). Foram testados seis Modelos Digitais de Elevação (MDE) e as áreas resultantes foram comparadas entre si, a fim de identificar o modelo que melhor representa a bacia, considerando tanto sua localização quanto o percurso natural do arroio. A declividade do rio foi definida a partir da variação entre a cota mais alta a montante e a cota mais baixa a jusante, e o comprimento do rio foi estimado através de imagens de satélite. Com base nesses parâmetros, o tempo de concentração foi calculado por meio da Equação de Kirpich.

Para aplicação do método SCS-CN, será definido o parâmetro Curve Number (CN), considerando o tipo e o uso do solo da bacia hidrográfica do Arroio Martins. O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) do Rio Grande (2013) apresenta um mapa que estabelece a faixa de CN para cada região.

A chuva de projeto será determinada a partir da curva Intensidade, Duração, Frequência (IDF). Para os parâmetros adimensionais, serão considerados os valores do estudo de VASSÃO (2023). Com base nesses dados, serão geradas as curvas correspondentes aos tempos de retorno 10, 50 e 100 anos.

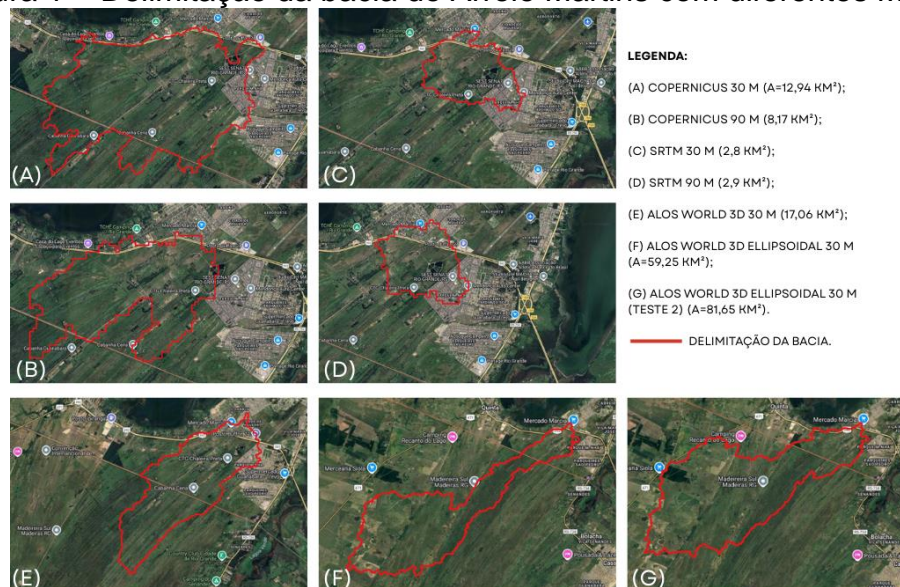
Para a simulação hidrológica de chuva x vazão na bacia hidrográfica, será utilizado o software HEC-HMS. As características da bacia e a chuva de projeto serão utilizadas como parâmetros de entrada no programa, possibilitando a definição das vazões correspondentes aos tempos de retorno de 10, 50 e 100 anos no arroio.

A partir das vazões obtidas no software HEC-HMS, será realizada a simulação hidrodinâmica no software HEC-RAS. Dessa forma, serão geradas as manchas de inundação do Arroio Martins para os tempos de retorno de 10, 50 e 100 anos. Com base nesses resultados, serão analisadas as áreas de risco correspondentes aos três cenários.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos até o momento abrangem a delimitação da bacia hidrográfica do Arroio Martins por meio de diferentes Modelos Digitais de Elevação (MDE). Foi constatada a influência de uma adutora que parte da Estação de Tratamento de Água (ETA) Rio Grande, cruza a BR-471 e segue em direção à Casa de Bombas de Recalque da CORSAN. Essa estrutura pode interferir na definição da drenagem superficial, criando divisores artificiais que não são plenamente representados nos MDEs. Foram testados sete conjuntos de delimitações. O contorno da região da bacia para cada modelo está ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Delimitação da bacia do Arroio Martins com diferentes MDEs.



Fonte: Autora (2025).

Observa-se que o MDE Copernicus (30 m) resultou em uma área de 12,94 km², enquanto a resolução de 90 m apresentou 8,17 km². O MDE SRTM gerou áreas iguais a 2,8 km² (30 m) e 2,9 km² (90 m). Já o MDE ALOS World 3D (30 m) resultou em 17,06 km², enquanto o MDE ALOS Elipsoidal (30 m) atingiu 59,25 km². Utilizando uma extensão maior do mapa, esse ultimo modelo chegou a 81,65 km². As variações demonstram que, dependendo da resolução e do modelo, o traçado pode ou não ultrapassar a adutora.

A análise comparativa mostra que o MDE SRTM apresentou variação pouco expressiva entre as resoluções, enquanto os modelos ALOS indicaram diferenças significativas. Considerando a análise visual das delimitações, o corpo hídrico existente através de imagens de satélite e o traçado da adutora, optou-se pelo uso do MDE Copernicus (30 m) para representar a área de estudo.

Com base nessa escolha, o comprimento do rio principal foi estimado em 1,31 km. A declividade resultou em aproximadamente 1,15 m, determinada pela

diferença entre a cota do exutório (2,91 m) e a cota mais baixa a jusante (4,06 m). O tempo de concentração foi calculado pela Equação de Kirpich, obtendo-se 73,78 minutos, equivalente a 1 hora e 13 minutos. Esse intervalo representa o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento no exutório.

4. CONCLUSÕES

No município do Rio Grande observa-se uma carência de estudos voltados à modelagem hidrológica aplicada aos arroios locais. Até o momento, não foram encontrados trabalhos publicados com simulações utilizando ferramentas como o HEC-RAS e o HEC-HMS em análise hídrica. Embora o entorno do Arroio Martins não seja densamente urbanizado, a ausência de pesquisas sobre sua dinâmica hidrológica constitui uma lacuna relevante, sobretudo diante da intensificação dos eventos extremos e da expansão urbana no município. Dessa forma, o presente trabalho propõe a modelagem hidrodinâmica do Arroio Martins, com o objetivo de contribuir para o entendimento do seu comportamento frente a eventos de inundação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOBADILHO, R.; TAGLIANI, C. **Caracterização socioambiental de ambientes fluviais costeiros – um diagnóstico dos arroios urbanos de Rio Grande/RS.** Anais: Geomorfologia Fluvial, 2012.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para engenharia e ciências ambientais.** Porto Alegre: ABRH, 2015. 336 p.
- JÚNIOR, A. R. B. **Elementos de hidrologia aplicada.** São Paulo: Blucher, 2022. 255 p.
- MACÊDO, R. J. A.; SURYA, L. **Comparação entre Modelos Digitais de Elevação dos Sensores SRTM e ALOS Palsar para análise digital de terreno.** Revista Contexto Geográfico, v. 3, p. 47–55, 2018. Acessado em: 10 jun. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.28998/contegeo.3i6.6968>.
- PAIVA, R. C. D. *et al.* **Critérios hidrológicos para adaptação à mudança climática: chuvas e cheias extremas na Região Sul do Brasil – Nota técnica.** Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2024. Acessado em: 20 ago. 2025. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/iph/wp-content/uploads/2024/05/CriteriosAdaptacaoMudancaClimaticaChuvrasCheiasExtremasSul.pdf>.
- SCHUSTER-OLIVEIRA, D.; ASMUS, M. L.; DOMINGUES, M. V. R. **Planejamento urbano em áreas inundáveis de um município costeiro:** estudo de caso em Rio Grande, RS, Brasil. Costas – Revista Iberoamericana de Manejo Costero Integrado, p. 196–214, 2012. Acessado em: 14 jun. 2025. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216917/PDF/216917mul.pdf.multi>.
- VASSÃO, G. M.; GOMES, A. P. **Estudo das chuvas intensas no município de Rio Grande/RS sob a ótica da equação intensidade-duração-frequência (IDF).** 2023.