

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

DETERMINAÇÃO DA MANCHA DE INUNDAÇÃO DO RIO MEIA PONTE NA REGIÃO URBANA DE GOIÂNIA

*Ismael Torres Guedes¹; Ravel Eurico Basso²; Julliana Gomes Martins³; Mel Martins Vaz⁴;
Nicolle Silva Oliveira⁵; Natasha de Lima Dias Conceição⁶; Klebber Teodomiro Martins Formiga⁷*

Abstract: This study aimed to delineate the flood inundation extent of the Meia Ponte River within the urban perimeter of Goiânia, considering a 50-year return period event. The methodology included processing topographic data through LiDAR surveys and bathymetric data using an ADCP, defining design storms based on the local IDF equation, and applying the Curve Number method to estimate effective precipitation. The hydrodynamic modeling was performed using HEC-RAS 6.5 software, under steady-state conditions and with a one-dimensional approach, applying Manning's roughness coefficients specific to channel margins and bed. The results identified critical flood-prone areas in the regions of Vila Roriz, Conjunto Palmares, and Avenida Monlevade in the Jardim Novo Mundo neighborhood. The correspondence between the model results and reports from the local press validates the HEC-RAS capability to represent the hydrodynamic processes of the basin. The study highlights the need for integrated urban planning and structural actions to mitigate the impacts of flooding.

Resumo: O presente estudo teve como objetivo delimitar a mancha de inundação do Rio Meia Ponte no perímetro urbano de Goiânia, considerando um evento com Tempo de Retorno (TR) de 50 anos. A metodologia incluiu o processamento de dados topográficos por meio de levantamento LiDAR e batimetria com ADCP, a definição de chuvas de projeto utilizando a equação IDF local e a aplicação do método da Curva Número para determinação da precipitação efetiva. A modelagem hidrodinâmica foi realizada com o software HEC-RAS 6.5, em regime permanente e abordagem unidimensional, utilizando coeficientes de rugosidade de Manning específicos para margens e fundo do canal. Os resultados indicaram áreas críticas de inundação nas regiões da Vila Roriz, Conjunto Palmares e Avenida Monlevade no Jardim Novo Mundo. A correspondência entre os resultados do modelo e os registros da imprensa local valida a capacidade do HEC-RAS em representar os processos hidrodinâmicos da bacia. O estudo reforça a necessidade de planejamento urbano integrado e de ações estruturais para mitigação dos impactos das inundações.

Palavras-Chave – Inundações; HEC-Ras; Modelagem hidrodinâmica.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte sendo uma das mais relevantes para o estado de Goiás, abrange aproximadamente 14.521,8 km², equivalente a cerca de 4% da área total do estado

1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 Universidade Federal de Goiás -UFG: Avenida Universitária, Quadra 86, Lote Área 1488 -Setor Leste Universitário, Goiânia -GO, 74605-220. Fone: (62) 3209-6086. e-mail autor correspondente: guedes2@ufg.br

(SEMAD, 2019). Essa bacia está inserida no território de 29 municípios, entre os quais se destacam Anápolis, Aparecida de Goiânia e Goiânia, sendo esta última a capital estadual e uma das áreas urbanas mais impactadas pela dinâmica hidrológica da bacia (SEMAD, 2018).

Sendo uma bacia constituída por importantes sub-bacias, entre elas o Ribeirão João Leite, que é responsável pelo abastecimento público de parte da região metropolitana (Cunha e Borges, 2021). Além disso, a bacia enfrenta pressões antrópicas crescentes, com destaque para a expansão urbana desordenada, degradação de nascentes e o lançamento de efluentes, fatores que agravam os riscos de eventos extremos, como as inundações (SEMAD, 2019).

Um dos principais desastres naturais que afetam a humanidade é a inundação, causando perdas econômicas e emocionais significativas (Kumar et al., 2023). A recorrência desses eventos está relacionada à urbanização desordenada e às mudanças climáticas, que alteram a cobertura do solo, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial (Wang et al., 2024).

Com uma população de mais de 1,4 milhão de habitantes e uma área urbanizada de 301,55 km² em 2019 (IBGE, 2022), a capital apresenta elevado adensamento urbano, o que reduz a capacidade de infiltração do solo e aumenta o escoamento superficial. Esse cenário contribui para a sobrecarga dos sistemas de drenagem, agravando os impactos das chuvas intensas, especialmente em áreas vulneráveis, como as áreas de preservação permanente (APP).

De acordo com Deus e Nascimento (2016), entre 2014 e 2016, 73% das notícias sobre eventos climáticos extremos em Goiás foram registradas em Goiânia, o que evidencia sua importância na exposição a esse tipo de risco. Os episódios recorrentes de alagamentos na cidade revelam falhas no planejamento urbano e na gestão integrada de riscos hidrológicos, apontando a necessidade de intervenções para minimizar os prejuízos sociais, econômicos e ambientais decorrentes desses eventos (Rego e Barros, 2016).

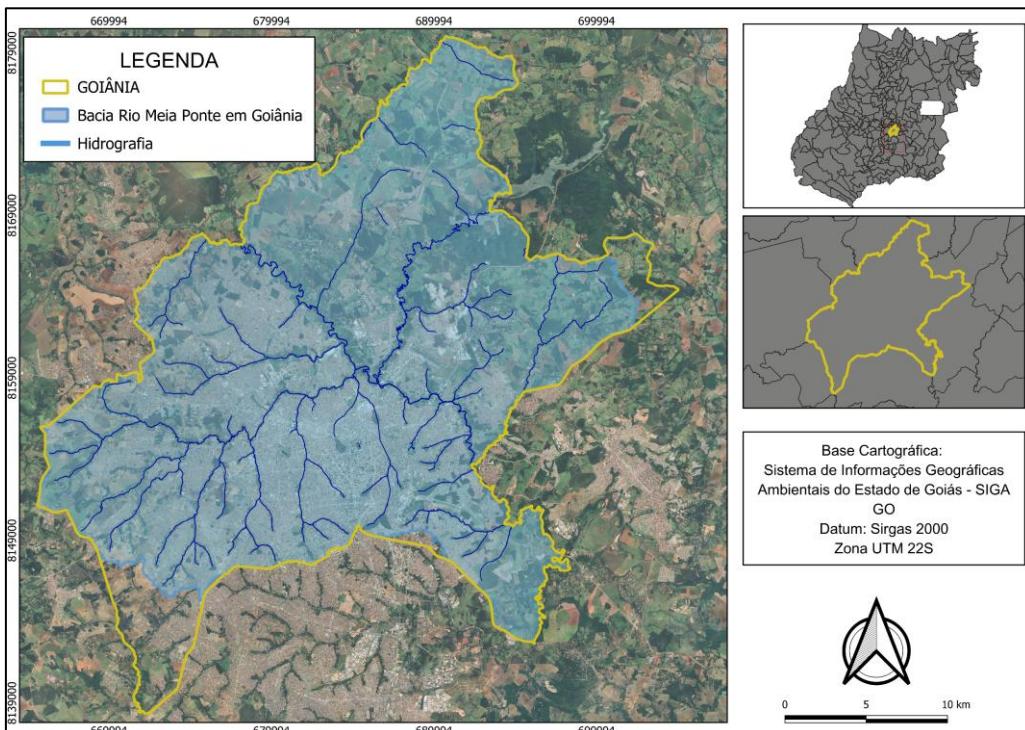
A modelagem hidrodinâmica se destaca como uma das principais ferramentas para a análise e previsão de eventos hidrológicos extremos, permitindo a simulação detalhada do comportamento dos corpos hídricos diante de diferentes cenários de cheia. (Hutatu et al., 2020). Entre as ferramentas disponíveis, o HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*), desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers, é amplamente utilizado por sua capacidade de integrar dados hidrológicos, topográficos e geomorfológicos. O software permite modelagens do escoamento fluvial, determinando as manchas de inundaçao e a elaboração de mapas de risco (Mendes et al., 2022).

Desta forma, o estudo tem como objetivo a determinação da mancha de inundaçao da porção goianiense do Rio Meia Ponte por meio da aplicação do software HEC-RAS, visando identificar as áreas com maior vulnerabilidade a inundações. Os resultados obtidos buscarão subsidiar o planejamento urbano e orientar ações mitigadoras para este tipo de evento extremo.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo concentra-se na porção urbana goianiense do Rio Meia Ponte, na qual contém aproximadamente de 41 km de extensão e uma área de 683 km² (Figura 1). Dessa forma, a área em análise reveste-se de alta relevância para o contexto hidrológico e urbano da capital goiana, sendo fundamental para a compreensão dos processos de inundaçao e para a implementação de medidas de gestão dos recursos hídricos locais.

Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte em Goiânia



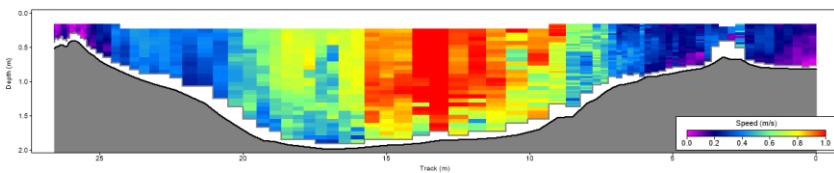
METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo foi dividida nas seguintes etapas: obtenção e processamento dos dados topográficos e batimétricos, definição dos hietogramas de precipitação e os hidrogramas de projeto e, por fim, a modelagem hidrodinâmica no HEC-RAS.

Obtenção dos dados topográficos e batimétricos

Para o levantamento batimétrico, foi utilizado um perfilador hidroacústico ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*), que se baseia no efeito Doppler para medir a profundidade do canal. Este equipamento possui uma bússola interna, permitindo a determinação da orientação da embarcação em relação ao eixo magnético da Terra. Com o ADCP foram coletados dados batimétricos de 44 seções transversais do leito do rio (Figura 2).

Figura 2 – Seção batimétrica gerada pelo ADCP

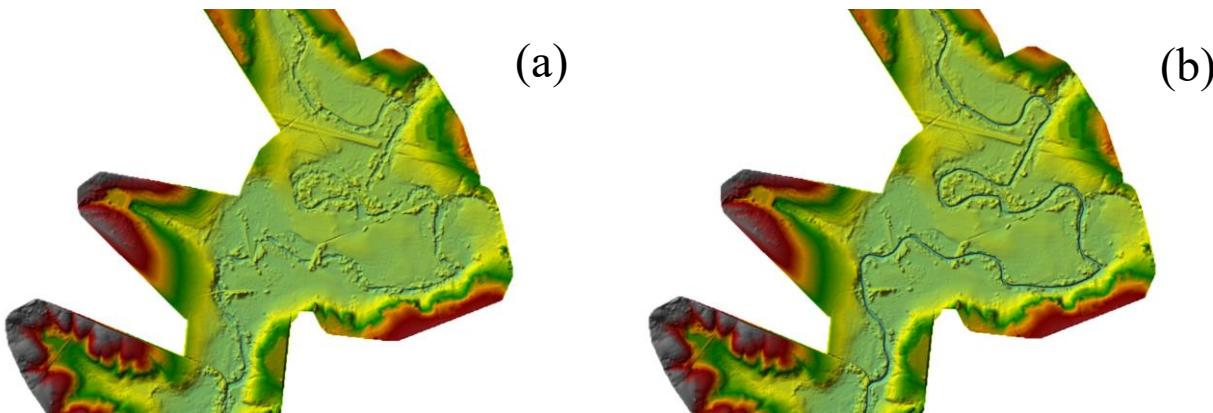


O levantamento topográfico foi realizado por meio de aerofotogrametria com o uso de uma aeronave não tripulada equipada com uma câmera que utiliza a tecnologia *Light Detection and Ranging* (LiDAR). O LiDAR funciona emitindo pulsos de laser que medem a distância até a superfície do terreno, capturando dados precisos de latitude, longitude e altitude (Pacheco *et al.*, 2011). Essa tecnologia permite a obtenção de um Modelo Digital do Terreno (MDT) de alta precisão, essencial para a modelagem hidrodinâmica. No presente estudo, o MDT gerado possui uma resolução

espacial de 5 centímetros (Figura 3a) (PDDU-GYN, 2024).

A utilização de seções batimétricas aprimora a precisão dos modelos de inundação, corrigindo falhas presentes abaixo da superfície da água no qual o sensor LiDAR não consegue capturar (Awadallah *et al.*, 2022). Essa integração de dados permite uma melhor definição da superfície de escoamento para que se tenha uma melhor precisão na modelagem hidrodinâmica. Essa inserção e combinação dos dados foi realizada através da ferramenta de Ras Mapper no *software* HEC-RAS, resultando em novo MDT agora incluindo a definição do leito do Rio Meia Ponte (Figura 3b).

Figura 3 – (a) MDT 5 centímetros; (b) MDT corrigido por seção batimétrica



Construção dos Hietogramas e Hidrogramas

A chuva de projeto foi definida utilizando a Equação IDF (Intensidade-Duração-Frequência) para o município de Goiânia (Equação 1), conforme proposta pelo Serviço Geológico do Brasil (2018). Para este estudo, foi atribuído um tempo de retorno de 50 anos.

$$I = \frac{903 \cdot TR^{0,1970}}{(t+13,8)^{0,7682}} \quad (1)$$

Onde: I - Intensidade da precipitação (mm/h);

t - Tempo de duração (min);

TR - Tempo de retorno (anos).

Para o emprego da Equação IDF, é necessário determinar o tempo de concentração (T_c) da bacia, que é considerado o tempo de duração (t). O tempo de concentração corresponde ao intervalo necessário para que uma gota precipitada a montante chegue até o exutório (PDDU-GYN, 2024). Assim, o tempo de concentração foi definido utilizando a equação de Kirpich (Equação 2).

$$T_c = 0,0663 L^{0,77} S^{-0,385} \quad (2)$$

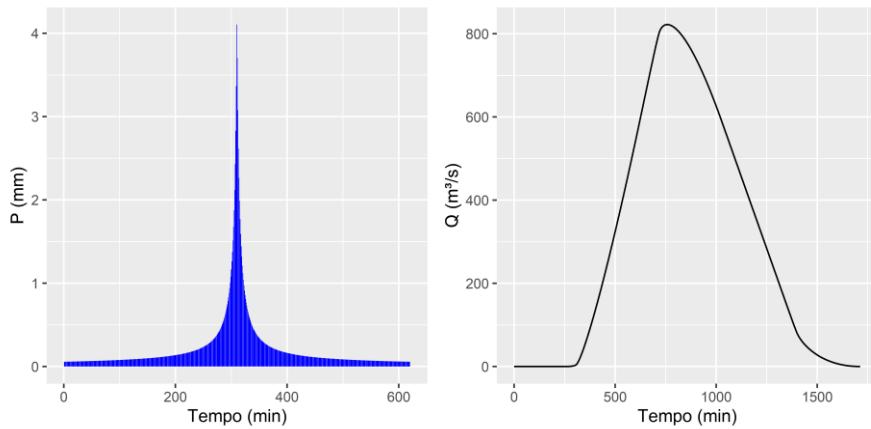
Onde: T_c - Tempo de concentração (horas);

L - Comprimento do Talvegue (km);

S - Declividade média (m/m).

Com a precipitação definida, foi possível realizar a precipitação efetiva por meio do método da Curva Número (CN), no qual são consideradas as perdas e gerando o escoamento superficial. Com isso, a construção dos hidrogramas foi realizada pelo método do Hidrograma Triangular Unitário (HUT), permitindo a estimativa da vazão de pico para o tempo de concentração (Figura 4).

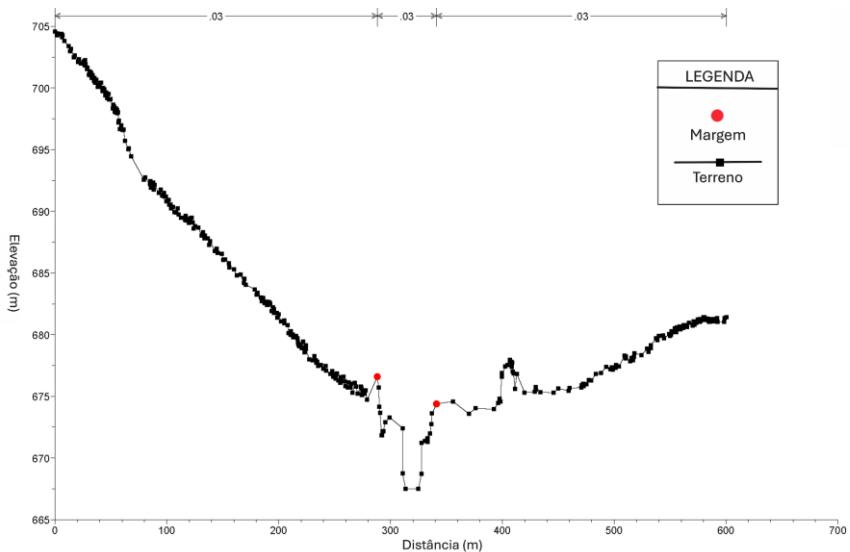
Figura 4 – Hidrograma e Hietograma da vazão inicial de entrada



Modelagem Hidrodinâmica

Para a modelagem, foi utilizado o software HEC-RAS 6.5, com uma abordagem unidimensional e em fluxo subcrítico. A construção da geometria foi realizada por meio da ferramenta RAS Mapper, onde foram traçados os contornos do canal e as seções transversais (Figura 5), as quais foram analisadas e ajustadas conforme o terreno. Com isso, foi possível interpolar seções a cada 10 metros, obtendo uma melhor representação do terreno. As condições de contorno para o Rio Meia Ponte foram definidas com vazões a montante e declividade de 0,008m/m para a condição a jusante. O canal recebeu os coeficientes de Manning de 0,032 para as margens e 0,06 para o fundo, valores típicos encontrados na literatura para canais naturais.

Figura 5 – Seção transversal



RESULTADO E DISCUSSÕES

Com a inserção dos dados no modelo, foi possível analisar o comportamento do escoamento para as condições previamente definidas. Como produto final da simulação, o modelo hidrodinâmico fornece parâmetros da mancha de inundação, como dados de velocidade e profundidade. Esses parâmetros nos permitiu uma análise das áreas mais afetadas pela mancha gerada por um TR de 50 anos.

O cenário simulado apresentou uma área aproximadamente de 39.141km² e uma profundidade média de 7,21m. As áreas de maior perigo são aquelas com a presença de pessoas ou trânsito de veículos, além daquelas que estão a maior profundidade.

Os entornos do Rio Meia Ponte em Goiânia são densamente povoados, com edificações tanto comerciais como habitacionais. Em que alguns casos essas edificações ocupam as áreas de preservação permanente (APPs) e até mesmo a calha natural do Rio. A mancha gerada para um TR de 50 anos revela um cenário onde pessoas estão sujeitas aos riscos da inundação (Figura 7). Esses riscos já é uma realidade com base nos pontos de alagamentos registrados pela Defesa Civil, onde a mancha gerada foi sobreposta a dois pontos críticos, na Vila Roriz e Conjunto Palmares. A Vila Roriz apresenta um recorrente histórico de inundações que causaram prejuízos inestimados, tanto matérias como sociais, conforme descrito por Pereria *et al.* (2024) e noticiado pelo Diário de Goiás (2023) (Figura 6a). No Conjunto Palmares, ou Conjunto Caiçara, o cenário não é diferente, tendo relatos noticiados pela mídia local (Figura 6b).

Figura 6 – (a) Registro de inundação na Vila Roriz; (b) Registro de inundação no Conjunto Caiçara (Conjunto Palmares)



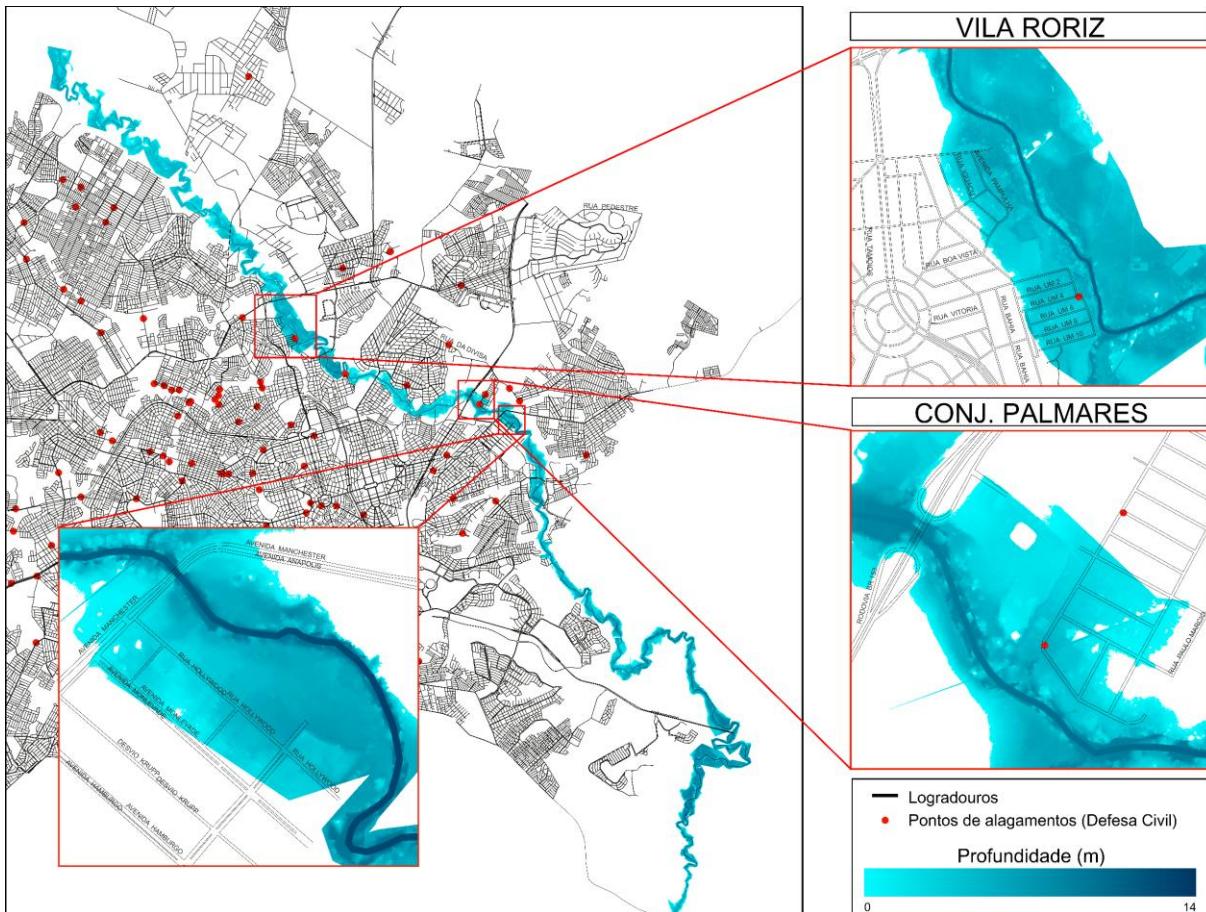
Fonte: Diário de Goiás (2023)



Fonte: Portal 6 (2022)

Além das áreas conhecidas por inundações (Vila Roriz e Conjunto Palmares), o modelo demonstrou mais áreas críticas como a Av. Monlevade no Jardim Novo Mundo, reforçando o potencial do modelo em determinar zonas de vulnerabilidade a serem consideradas para o planejamento de ações mitigadoras.

Figura 7 – Mancha de inundação no Rio Meia Ponte para um TR de 50 anos.



Entretanto, embora os resultados da modelagem apresentem correlação com eventos extremos registrados pela imprensa local, é importante ressaltar que esses eventos não correspondem exatamente aos cenários simulados no modelo. A simulação considerou uma estimativa de intensidade de precipitação e um tempo de retorno adotado arbitrariamente, sem o uso de dados hidrológicos registrados nos eventos.

As inundações urbanas ainda são um cenário desafiador a ser enfrentado pelo poder público e a população, sendo que as ações necessárias para a mitigação desses eventos são uma combinação de estratégias e medidas.

CONCLUSÃO

O estudo permitiu a determinação da mancha de inundação do Rio Meia Ponte na área urbana da capital goiana, considerando um cenário hidrológico com um TR de 50 anos, com a aplicação do modelo hidrodinâmico HEC-Ras.

Os resultados corroboram com os registros históricos e eventos de inundação relatados pela Defesa Civil e também por notícias de jornais locais principalmente em áreas críticas, como o caso da Vila Roriz e Conjunto Palmares. Essa correspondência reforça a capacidade do HEC-Ras em simular e determinar os processos hidrodinâmicos na bacia.

A análise comprova a necessidade do planejamento urbano considerando os eventos hidrológicos. A mitigação dos danos causados pela inundação deverá ser em conjunto com o poder público e a população, com foco na restrição de ocupações de áreas indevidas e melhoria dos sistemas de manejo de águas pluviais, tendo o foco em ações preventivas a esses eventos.

A utilização de dados de alta precisão, como os dados topográficos obtidos por meio do LiDAR e a correção do mesmo por seções batimétricas, contribuíram para uma análise mais detalhada e consistente.

O estudo poderá ser utilizado como base para o desenvolvimento de melhorias do sistema existente e a adoção de políticas que favoreçam o desenvolvimento responsável, diminuindo os riscos e prejuízos causados pelas inundações no município de Goiânia.

Com a utilização de métodos e dados de alta precisão o estudo colabora com as medidas a serem tomadas, sendo que a utilização do mesmo como base para as ações.

REFERÊNCIAS

ARSENI, M.; ROSU, A.; CALMUC, M.; CALMUC, V. A.; ITICESCU, C.; GEORGESCU, L. P. (2020). "Development of Flood Risk and Hazard Maps for the Lower Course of the Siret River, Romania". *Sustainability*, 12(6588). [https://doi.org/10.3390/su12166588:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.3390/su12166588:contentReference[oaicite:0]{index=0}).

AWADALLAH, M.O.M.; JUÁREZ, A.; ALFREDSEN, K. (2022). "Comparison between Topographic and Bathymetric LiDAR Terrain Models in Flood Inundation Estimations". *Remote Sensing*, 14(227). [https://doi.org/10.3390/rs14010227:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.3390/rs14010227:contentReference[oaicite:0]{index=0}).

CUNHA, D. F.; BORGES, E. M. (2015). "Urbanização acelerada: risco para o abastecimento de água na Região Metropolitana de Goiânia". *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, n. 26, p. 226-244. doi: 10.12957/geouerj.2015.13816

DIÁRIO DE GOIÁS. Vila Roriz, em Goiânia, amanhece alagada após chuva intensa. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/ila-roriz-em-goiania-amanhece-alagada-apos-chuva-intensa/396639/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base de Faces de Logradouros – Censo Demográfico 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022.

Kumar, V, Sharma, K, V, Caloiero, T, Mehta, D, J, Singh, K. (2023). "Comprehensive Overview of Flood Modeling Approaches: A Review of Recent Advances". *Hydrology*, 10(141). <https://doi.org/10.3390/hydrology10070141>. 2023.

Mendes, T. A., Sousa, M. B., Pereira, S. A. S., Santos, K. A. Formiga, K. T. M. (2022). "Uso do modelo HEC-RAS com base em informações de LiDAR para avaliação de inundações urbanas". *Eng Sanit Ambient*, 27(1). <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200276>.

O POPULAR. Confira no mapa os 57 pontos de alagamento, inundações e enxurradas em Goiânia. Disponível em: <https://opopular.com.br/cidades/confira-no-mapa-os-57-pontos-de-alagamento-inundac-es-e-enxurradas-em-goiania-1.1415845>. Acesso em: 22 jun. 2025.

PACHECO, A. P.; CENTENO, J. A. S.; ASSUNÇÃO, M. G. T.; BOTELHO, M. F. (2011). "Classificação de Pontos Lidar para a Geração do MDT". *Bol. Ciência Geod.*, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 417-438, jul-set.

PDDU-GYN - Plano Diretor De Drenagem Urbana De Goiânia. (2024). Diagnóstico Relatório - Metodologia Empregada. 2024.

PEREIRA, T. S. R.; MENDES, T. A.; ABREU, W. B.; GUEDES, I. T.; FORMIGA, K. T. M. (2024). "Inundações e alagamentos na Vila Roriz, Goiânia - GO: um estudo histórico e espacial". In: *Anais do XV Encontro Nacional de Águas Urbanas e V Simpósio de Revitalização de Rios Urbanos*, 2024. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro).

PORTAL 6. Moradores deixam casas no Conjunto Caiçara após enchente superar 1,2 m em Goiânia. Disponível em: <https://portal6.com.br/2022/02/19/moradores-deixam-casas-no-conjunto-caicara-apos-enchente-superar-12-m-em-goiania/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

REGO, T. L.; BARROS, J. R. (2013). "Alagamentos e inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da Defesa Civil". *Revista Formação*, n. 21, volume 1, p. 170-185

SEMAP - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Estado de Goiás Diagnóstico da UPGRH do Rio Meia Ponte (Produto 2). Versão 7.0. 2019.

SEMAP - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Estado de Goiás. Bases Metodológicas para a Elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das UPGRH do Estado de Goiás (Produto 1). 2018.

USACE HEC - US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. (2024). HEC-RAS.2024. <https://www.hec.usace.army.mil/>.

WANG, K.; CHEN, J.; HU, H.; TANG, Y.; HUANG, J.; WU, Y.; LU, J.; ZHOU, J. (2024). "Urban Waterlogging Simulation and Disaster Risk Analysis Using InfoWorks Integrated Catchment Management: A Case Study from the Yushan Lake Area of Ma'anshan City in China". *Water*, 16(3383). [https://doi.org/10.3390/w16233383:contentReference\[oaicite:0\]{index=0}](https://doi.org/10.3390/w16233383:contentReference[oaicite:0]{index=0}).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Apoio a Pesquisa – FUNAPE e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro e a Universidade Federal de Goiás – UFG pelo programa de Iniciação Científica IC (2024 – 2025).