

SIMULAÇÃO DE ÁREAS DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG UTILIZANDO MODELAGEM HIDRODINÂMICA

Rafael Petruceli Coelho **Lima**¹, Demetrius David da **Silva**², Clívia Dias **Coelho**³,
Michel Castro **Moreira**⁴

(1 – Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG), rafael.petruceli@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4699-2677>; 2 – Universidade Federal de Viçosa (UFV), demetrius@ufv.br, <https://orcid.org/0000-0001-9666-7421>; 3 – Universidade Federal de São João Del Rei, clivia.coelho@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3063-9545>; 4 – Universidade Federal de Viçosa (UFV), michelcm@ufv.br, <http://orcid.org/0000-0001-8024-7705>)

Resumo: Grande parte das cidades brasileiras foram estruturadas ao longo de áreas planas e adjacentes aos rios, onde as populações se encontram vulneráveis e susceptíveis aos riscos dos eventos de cheias, como ocorre em Ponte Nova - MG. A fim de contribuir com a prevenção de eventos de enchentes, torna-se imprescindível a delimitação de áreas inundáveis, de modo que se buscou neste trabalho realizar a modelagem hidrodinâmica para simular as áreas de inundação no município de Ponte Nova – MG. Foram utilizados o Modelo Digital do Terreno e os dados da estação fluviométrica Ponta Nova Jusante, localizada na bacia do rio Piranga. Foram considerados os eventos máximos de vazão associados aos períodos de retorno (TR) de 5, 20, 50 e 100 anos. O modelo hidrodinâmico HEC-RAS foi utilizado para a modelagem das áreas de inundação. Os resultados obtidos de vazão máxima variaram de 647,97 a 1.158,29 m³/s, para os TRs de 5 e 100 anos, respectivamente. As manchas de inundação demonstraram que o município possui áreas com suscetibilidade à inundação muito alta nas duas margens do rio Piranga e que as manchas associadas aos TRs de 50 e 100 anos alcançam as planícies de inundação, atualmente ocupadas por edificações e vias urbanas.

Palavras-chave: Suscetibilidade à inundação; períodos de retorno; HEC-RAS.

SIMULATION OF FLOOD ZONES IN THE MUNICIPALITY OF PONTE NOVA – MG USING HYDRODYNAMIC MODELING

Abstract: A significant portion of Brazilian cities has been developed along flat areas adjacent to rivers, where populations are vulnerable and susceptible to flood events, as seen in Ponte Nova - MG. To contribute to flood event prevention, it is essential to delineate flood-prone areas. This study aimed to perform hydrodynamic modeling to simulate flood zones in the municipality of Ponte Nova - MG. The Digital Terrain Model and flow data from the Ponta Nova Jusante fluviometric station, located in the Piranga river basin, were used. Maximum flow events associated with return periods (RP) of 5, 20, 50, and 100 years were considered. The HEC-RAS hydrodynamic model was used to model the flood zones. The obtained maximum flow results ranged from 647.97 to 1,158.29 m³/s for RPs of 5 and 100 years, respectively. The flood zones showed that the municipality has areas with very high flood susceptibility on both banks of the Piranga River and that the zones associated with RPs of 50 and 100 years reach the floodplains, which are currently occupied by buildings and urban roads.

Keywords: Flood susceptibility; Return periods; HEC-RAS.

SIMULACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN EN EL MUNICIPIO DE PONTE NOVA – MG UTILIZANDO MODELACIÓN HIDRODINÁMICA

Resumen: Gran parte de las ciudades brasileñas se desarrollaron a lo largo de áreas planas y adyacentes a los ríos, donde las poblaciones se encuentran vulnerables y susceptibles a eventos de inundación, como ocurre en Ponte Nova – MG. Con el fin de contribuir a la prevención de estos eventos, es fundamental la delimitación de áreas propensas a inundación. Este estudio tuvo como objetivo realizar una modelación hidrodinámica para simular las zonas de inundación en el municipio de Ponte Nova – MG. Se utilizaron el Modelo Digital del Terreno y los datos de la estación hidrométrica Ponta Nova Jusante, localizada en la cuenca del río Piranga. Se consideraron los eventos de caudal máximo, asociados a periodos de retorno (PR) de 5, 20, 50 y 100 años. El modelo hidrodinámico HEC-RAS se utilizó para modelar las zonas de inundación. Los resultados de caudal máximo obtenidos variaron de 647.97 a 1,158.29 m³/s para PR de 5 y 100 años, respectivamente. Las zonas de inundación demostraron que el municipio tiene áreas de altísima susceptibilidad a inundaciones en ambas márgenes del río Piranga, y que las zonas asociadas a los periodos de retorno de 50 y 100 años abarcan las planicies de inundación, actualmente ocupadas por edificaciones y vías urbanas.

Palabras clave: Susceptibilidad a la inundación; periodos de retorno, HEC-RAS.

1 – Introdução

No território brasileiro existem aproximadamente 3.000 km² de áreas de risco relacionadas a fatores climáticos, como inundações e deslizamentos (MARENCO *et al.*, 2023). Esses riscos são agravados pela ocupação humana e pela ineficiência dos sistemas de drenagem. Segundo Lima *et al.* (2022), as inundações afetam diversos setores, como a saúde e as infraestruturas urbanas, podendo interromper o transporte público, causar danos materiais e provocar a proliferação de doenças associadas à água.

Considerando que boa parte dos riscos pode ser relacionada às redes de drenagem que não conseguem conter as águas pluviais, é crucial analisar a drenagem urbana de forma holística para cumprir sua principal função: conduzir a água a um ponto seguro sem causar prejuízos à sociedade (ALVES *et al.*, 2022). Diante disso, no contexto do planejamento urbano, é essencial modelar as inundações para direcionar as ações a serem tomadas pelos gestores, a fim de minimizar os impactos (LEITE *et al.*, 2024).

Na modelagem de inundações, o modelo computacional Hydrologic Engineering Center – River Analysis System (HEC-HAS) permite conhecer as profundidades e os limites da inundação, tanto em canais naturais como artificiais (DESALEGN; MULU, 2021). Diversos trabalhos utilizaram esse modelo, por exemplo, na integração de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o HEC-RAS para compreender a dinâmica das inundações no rio Fetam, Etiópia (DESALEGN; MULU, 2021), ou na produção de manchas de inundação visando a sustentabilidade na bacia do rio Vieira em Montes Claros, Brasil (LEITE *et al.*, 2024).

No sudeste brasileiro, uma das bacias com frequentes eventos de inundação é a bacia hidrográfica do rio Piranga, pertencente à área de cabeceira da bacia do rio Doce (LIMA *et al.*, 2019; REIS *et al.*, 2024). Localizado na bacia do rio Piranga, o município de Ponte Nova enfrenta de forma recorrente problemas de inundações. Em 2008, a cidade sofreu drasticamente com a maior enchente de todos os tempos. Na oportunidade, o nível do rio superou até mesmo os lances de régua da estação fluviométrica próxima ao município (CPRM, 2009).

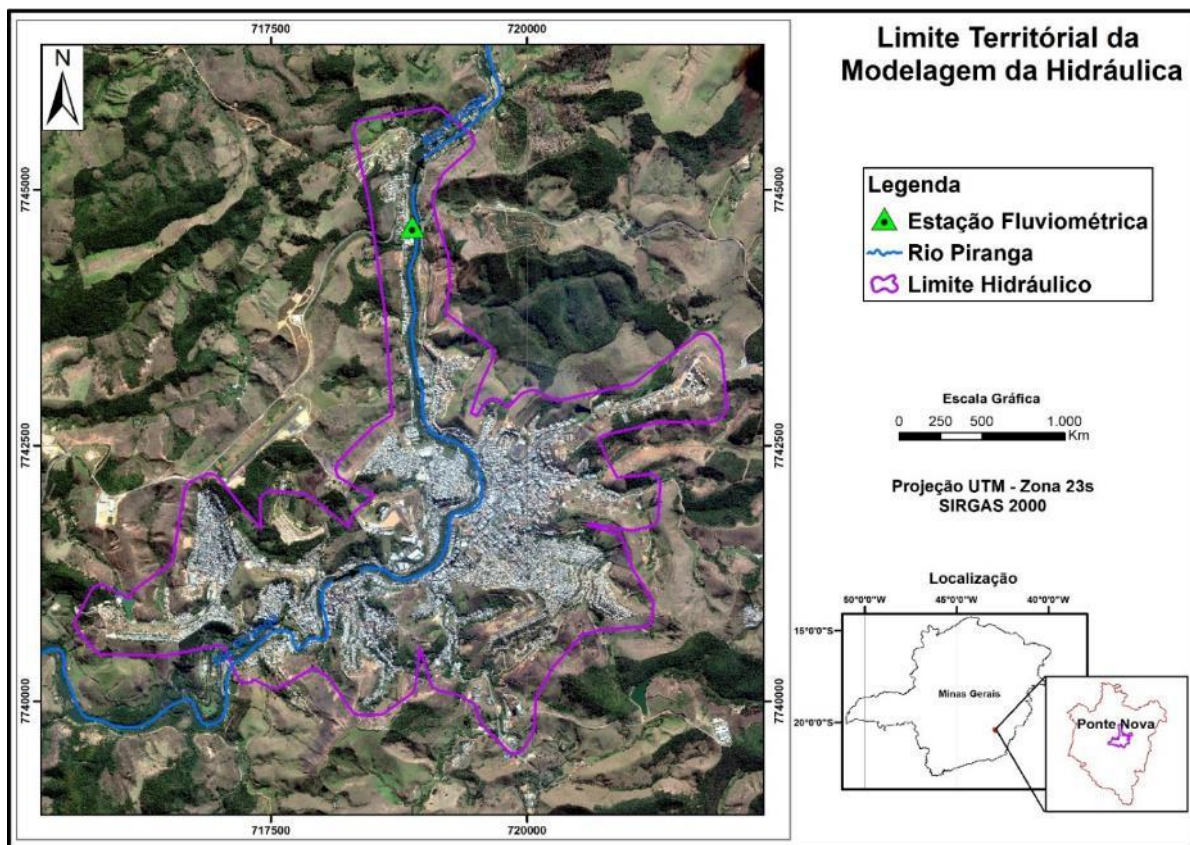
Problemas recorrentes de enchentes exigem do poder público a adoção de políticas e a execução de ações a fim de mitigar os impactos socioeconômicos desses eventos. A fim de contribuir com a prevenção de eventos de enchentes, torna-se imprescindível a delimitação de áreas inundáveis, de modo que se buscou neste trabalho realizar a modelagem hidrodinâmica para simular as áreas de inundação no município de Ponte Nova – MG.

2 – Materiais e métodos

2.1. Área de estudo

A partir das regiões densamente urbanizadas no município de Ponte Nova - MG e principalmente das planícies de inundação do rio Piranga, definiu-se a área de estudo (limite hidráulico) utilizado no modelo hidrodinâmico HEC-RAS. Nessa área existe um trecho de canal urbano do rio com cerca de 7,5 km de extensão, desde a entrada do curso d'água na cidade, até a estação fluviométrica “Ponte Nova Jusante”. Nas margens dessa faixa de rio estão concentradas o maior número de edificações que historicamente sofrem com os problemas de cheias no período chuvoso do ano (Figura 1).

Figura 1 – Limite territorial utilizado no estudo hidrodinâmico na área urbana do município de Ponte Nova – MG



Fonte: Autores.

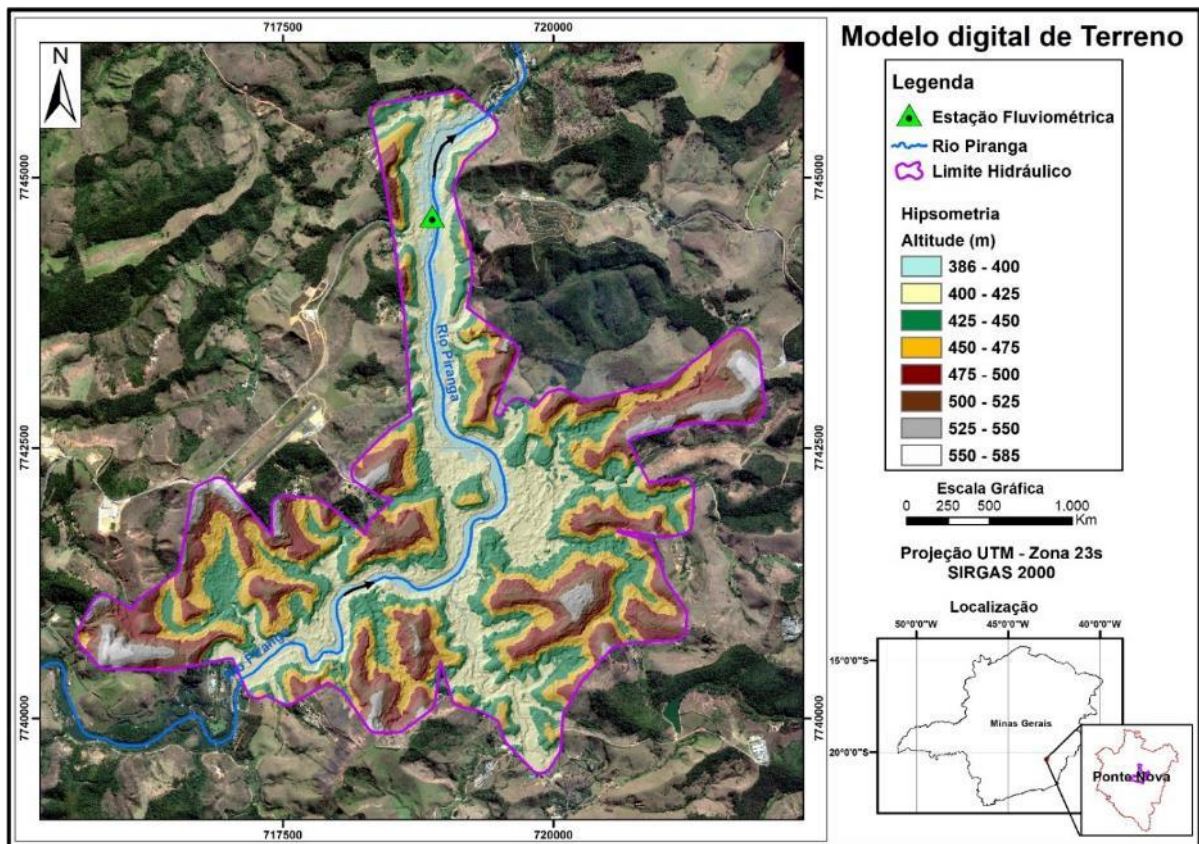
Ponte Nova está localizada na região sudeste do estado de Minas Gerais, mesorregião da Zona da Mata Mineira, distante aproximadamente 170 km da capital Belo Horizonte - MG. O último censo informa que o município possui uma população de 57.776 habitantes (IBGE,

2023) e que, desde 2007, 89,5% dessas pessoas estão instaladas na área urbana (ECOPLAN-LUME, 2010). A precipitação média anual é de aproximadamente 1.400 mm/ano e a temperatura média é de 19°C (Lima *et al.*, 2019; ECOPLAN-LUME, 2010).

2.2. Modelo Digital do Terreno

Sobre o limite hidráulico apresentado na Figura 1, composto basicamente da área urbana de Ponte Nova, utilizou-se um Modelo Digital do Terreno (MDT), gerado a partir da estereoscopia de imagens adquiridas por um veículo aéreo não tripulado (VANT), pelo corpo técnico especializado do Serviço Geológico do Brasil - CPRM (Figura 2). O MDT possui resolução espacial de 0,5 metro e está disponível no metadados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork>), para Ponte Nova e outros 25 municípios da bacia hidrográfica do rio Doce.

Figura 2 – Modelo digital do terreno, com resolução espacial de 0,5 metro, da área de estudo



Fonte: Autores.

2.3. Estudo de vazões máximas

A caracterização dos eventos máximos de vazão no município de Ponte Nova foi realizada a partir do estudo das vazões da estação fluviométrica Ponte Nova Jusante (Tabela 1). Essa estação está localizada no município de Ponte Nova - MG (Figura 1) e pertence ao inventário de estações de monitoramento da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) da ANA, que está disponível na plataforma Hidroweb (<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>).

Tabela 1 – Dados técnicos da estação fluviométrica Ponte Nova Jusante

Código	Nome do posto	Município	Altitude	Área de drenagem
56110005	Ponte Nova Jusante	Ponte Nova - MG	340 m	6.132 km ²

O período base de dados utilizado foi de 1974 a 2020, compreendendo 46 anos de dados diários de vazão, sendo que boa parte desse histórico recente está consistido, contínuo e com poucas falhas. Procedeu-se então com a análise de frequência das vazões máximas anuais, considerando o início do ano hidrológico em outubro e o final em setembro do ano seguinte, conforme outros trabalhos encontrados na bacia hidrográfica do rio Piranga (Lima *et al.*, 2019).

Na análise de frequência a série histórica de vazões máximas foi ajustada às funções de distribuições probabilísticas (FDP) Log-Normal a dois e três parâmetros, Pearson III e Gumbel, comumente utilizadas para eventos máximos associados aos tempos de retorno (TR) de 5, 20, 50 e 100 anos. O software Hydrology Plus (Sousa, 2017) foi utilizado para a manipulação e processamento dos dados, bem como para a escolha da FDP que melhor aderiu aos dados com nível de confiança de 95%.

2.4. Coeficiente de Manning (*n*)

O valor do Coeficiente de Manning (*n*) é bem variado e sofre influência de diversos fatores, como: rugosidade da superfície; limpeza, vegetação, deposição e irregularidades do canal; tamanho e formato do canal; carga hidráulica e vazão; temperatura e materiais suspensos, entre outros fatores (Brunner, 2020).

Por se tratar de uma área predominantemente urbana e com poucos diferenciais dessa condição, adotou-se o mesmo valor de Coeficiente de Rugosidade de Manning (*n*) igual a 0,035 para todas as superfícies encontradas fora do canal (Chow, 1959). Vale ressaltar que outras

classes de uso do solo também possuem esse valor de (n) igual a 0,035, por exemplo: solo exposto, afloramento rochoso e pastagem degradada.

2.5. Modelagem Hidrodinâmica

A fim de realizar as simulações hidrodinâmicas utilizou-se o modelo hidráulico distribuído bidimensional do HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), desenvolvido pelo centro de engenharia hidrológica do Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos da América (USACE) (Costabile *et al.* 2020).

No modelo a simulação matemática de propagação da onda de cheias no trecho do rio Piranga que corta a cidade de Ponte Nova foi representada pelas equações de Saint-Venant. Além disso, nesse modelo 2D a superfície estudada fica sendo representada por uma matriz de células que se comunicam uma com as outras no plano X e Y, muito embora os cálculos sejam efetuados sobre o plano horizontal. Quanto menor o tamanho da célula, maior é o nível de refino do modelo, porém, o tempo de processamento também tende a ser maior. Nesse trabalho, foi utilizada para a propagação dos hidrogramas uma malha computacional com resolução espacial de 20 x 20 metros nas áreas subjacentes ao curso d'água e na calha do curso d'água.

Como condição de contorno de entrada para a simulação hidrodinâmica foram utilizadas as vazões associadas aos diferentes períodos de retorno que foram obtidas por meio da análise de distribuição de probabilidades. Para a condição de contorno da saída foi utilizado a profundidade normal, que se refere a uma declividade média do talvegue para o trecho de jusante, que no estudo é da ordem de 0,002 m/m.

Por fim, definiu-se ainda o módulo de regime de escoamento do HEC-RAS como sendo não permanente. Após todos esses passos, foi possível aplicar o modelo hidrodinâmico considerando as vazões com períodos de retorno (TR) de 5, 20, 50 e 100 anos.

2.6. Suscetibilidade à inundação

As áreas de risco simuladas, associadas às vazões com períodos de retorno (TR) de 5, 20, 50 e 100 anos, foram classificadas, respectivamente, em quatro níveis de suscetibilidade à inundação: muito alta, alta, média e baixa, sendo esses níveis de risco também utilizados em outros trabalhos de mapeamento de inundações (OLIVEIRA *et al.*, 2018; BRUBACHER, 2014; HORA; GOMES, 2009; BRASIL, 2007).

Por outro lado, o presente trabalho utilizou apenas as vazões máximas associadas aos períodos de retorno de 5, 20, 50 e 100 anos, na estação fluviométrica Ponte Nova Jusante para definir as classes das áreas suscetíveis à inundação no município de Ponte Nova. Além das vazões máximas, outros trabalhos também utilizaram as variáveis de precipitações associadas aos diferentes períodos de retorno, densidade populacional e densidade de habitações para a definição dos graus de suscetibilidade às inundações (OLIVEIRA *et al.*, 2018; BRUBACHER, 2014; HORA; GOMES, 2009).

3 – Resultados e discussão

Na Tabela 2 apresentam-se as vazões máximas para diferentes períodos de retorno e os respectivos níveis de suscetibilidade à inundação para a estação fluviométrica Ponte Nova Jusante. É possível observar na Tabela 2 que a diferença entre a vazão máxima para o período de retorno de 5 e 100 anos é maior do que 500 m³/s, enquanto as classes atribuídas à suscetibilidade de inundação vão desde a muito alta até a classe baixa.

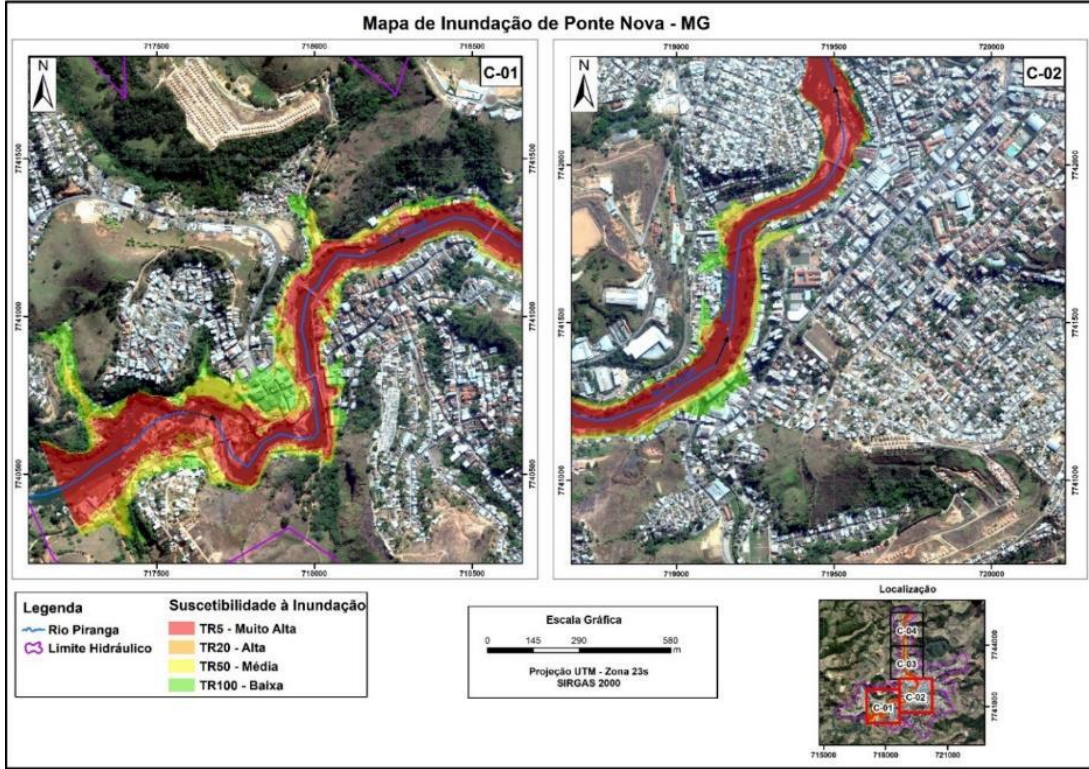
Tabela 2 – Vazões máximas para diferentes períodos de retorno e respectivos níveis de suscetibilidade à inundação para a estação fluviométrica Ponte Nova Jusante (Código: 56110005)

Período de retorno (anos)	Distribuição de probabilidade	Vazão (m ³ /s)	Suscetibilidade à inundação
5	Gumbel	647,97	Muito Alta
20	Gumbel	889,99	Alta
50	Gumbel	1.043,36	Média
100	Gumbel	1.158,29	Baixa

A escolha dos períodos de retorno, e suas respectivas vazões apresentadas na Tabela 2, visou buscar resultados distintos para as simulações hidrodinâmicas, conforme as quatro classes de suscetibilidade à inundação estabelecidas para esse trabalho e, dessa forma, resultados categóricos no mapeamento das manchas de inundação.

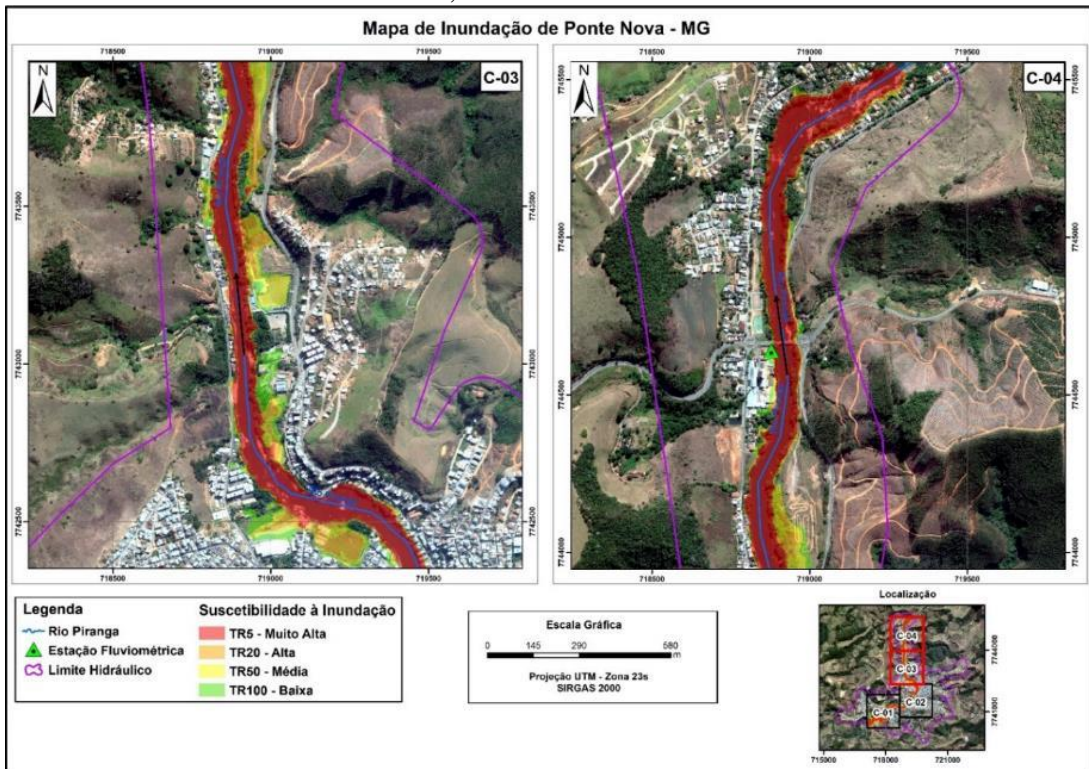
Nas Figura 3 e 4 são apresentados os mapas de inundação referentes aos TR 5, 20, 50 e 100 anos, nas cenas articuladas, ao longo da área urbana de Ponte Nova – MG, enquanto na Tabela 3 são apresentadas informações de distância máxima atingida pela mancha de inundação, bem como a área total inundada para cada período de retorno.

Figura 3 – Manchas de inundação no trecho urbano do rio Piranga, município de Ponte Nova - MG, cenas C-01 e C-02



Fonte: Autores.

Figura 4 – Manchas de inundação no trecho urbano do rio Piranga, município de Ponte Nova - MG, cenas C-03 e C-04



Fonte: Autores.

Tabela 3 – Distância máxima atingida pela inundação e área total inundável, associadas às vazões máximas em diferentes períodos de retorno, na estação fluviométrica Ponte Nova Jusante (Código: 56110005)

Período de retorno (anos)	Distância máxima do centro da calha (m)	Área inundável (km ²)
5	162,9	0,200
20	201,6	0,317
50	322,3	0,466
100	463,0	0,619

As cenas selecionadas para ilustrar as manchas de inundação em Ponte Nova demonstram que o município possui áreas urbanas com suscetibilidade à inundação muito alta (cor vermelha) nas duas margens do trecho do rio Piranga. Essa situação tende a se agravar ainda mais, visto que a cidade está localizada na foz da bacia hidrográfica do rio Piranga e, por isso, qualquer tipo de alteração antrópica no uso do solo na bacia de drenagem tende a impactar as vazões máximas na calha do rio Piranga no município de Ponte Nova.

Ao observar os TRs de 50 e 100 anos, referentes a média e baixa suscetibilidade de inundação respectivamente, pode-se perceber com mais nitidez que as águas das cheias alcançam as planícies de inundação do rio Piranga, atualmente ocupadas por edificações e vias urbanas. A cidade, desde a sua emancipação política em 1866, foi estruturada ao longo das áreas planas e adjacentes desse trecho de rio, promovendo a concentração de pessoas em áreas consideradas de risco à inundação. Dessa forma, o convívio com os problemas relacionados as cheias são inevitáveis para Ponte Nova, demandando do poder público ações para a mitigação dos impactos causados pelos eventos de enchentes no município.

As distâncias máximas atingidas pelas manchas de inundação, em todos os períodos de retorno, foram obtidas na cena 01 (Figura 3, C-01). Percebe-se que já no trecho inicial do rio Piranga, a cidade de Ponte Nova tende a sofrer nas duas margens com os eventos de inundação, mesmo para baixos períodos de retorno.

Além disso, nota-se que a extensão da inundação no rio Piranga, para os tempos de retorno de 20 e 100 anos praticamente dobrou. Isso pode estar relacionado ao atingimento de toda a planície de inundação nessa janela de tempo, enquanto em períodos de retorno menores o rio é capaz de transmitir o fluxo dentro da calha principal, não atingindo essas áreas vulneráveis.

Cabe salientar que, conforme verificado por Lima (2023) e Santos et al. (2023), as extensões de inundação não necessariamente são o resultado da ação antrópica, mas sim uma característica natural da própria variabilidade hidrológica da região. Santos et al. (2023), ao analisarem a suscetibilidade à inundação da bacia do rio Desquite, em Santa Catarina, afirmaram que os efeitos dos eventos extremos hidrológicos são potencializados devido a área urbanizada estar localizada no exutório da bacia hidrográfica, fato análogo com o município de Ponte Nova-MG.

4 – Conclusões

- A aplicação do modelo hidrodinâmico HEC-RAS possibilitou mapear as áreas de inundação associadas aos períodos de retorno 5, 20, 50 e 100 anos, no trecho de canal urbano do rio Piranga, no município de Ponte Nova - MG.
- A cidade de Ponte Nova possui muitas áreas urbanas com suscetibilidade de inundação “Muito Alta” (TR = 5 anos), demonstrando a vulnerabilidade do município aos problemas oriundos das cheias.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Referências

- Alves, P. B. R., Rufino, I. A. A., Feitosa, P. H. C., Djordjević, S., & Javadi, A. (2020). Land-use and legislation-based methodology for the implementation of sustainable drainage systems in the semi-arid region of Brazil. *Sustainability*, 12(2), 661. <https://doi.org/10.3390/su12020661>
- Brasil. (2007). Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios* (C. S. Carvalho, E. S. Macedo, & A. T. Ogura, Orgs.). Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.

- Brubacher, J. P. (2014). *Análise da suscetibilidade a inundações, na área urbana do município de Igrejinha/RS* [Trabalho de conclusão de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências].
- Brunner, G. W. (2020). *HEC-RAS river analysis system: Hydraulic reference manual* (Version 6.0). Hydrologic Engineering Center.
- Chow, V. T. (1959). *Open channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Costabile, P., Costanzo, C., Ferraro, D., Macchione, F., & Petaccia, G. (2020). Performances of the new HEC-RAS version 5 for 2-D hydrodynamic-based rainfall-runoff simulations at basin scale: Comparison with a state-of-the-art model. *Water*, 12(9), 2326. <https://doi.org/10.3390/w12092326>
- Desalegn, H., & Mulu, A. (2021). Mapping flood inundation areas using GIS and HEC-RAS model at Fetam River, Upper Abbay Basin, Ethiopia. *Scientific African*, 12, e00834. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00834>
- Ecoplan-Lume, C. (2010). *Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce e planos de ações para as unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos no âmbito da bacia do rio Doce*. Governador Valadares – MG.
- Hora, S. B., & Gomes, R. L. (2009). Mapeamento e avaliação do risco a inundação do rio Cachoeira em trecho da área urbana do município de Itabuna/BA. *Sociedade & Natureza*, 21, 57–75.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). *Censo Brasileiro de 2022*. IBGE.
- Leite, M. E., Dias, F. T., Almeida, J. W. L., & Dos Santos-Neto, N. F. (2024). Land use and environmental impacts: Flood model in a medium-sized Brazilian city as a tool for urban sustainability. *Environmental Science & Policy*, 151, 103613. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.103613>
- Lima, C. A. S., Heck, H. A. D., Almeida, A. K., Da Silva Marques, L., De Souza, R. S., & De Almeida, I. K. (2022). Multicriteria analysis for identification of flood control mechanisms: Application to extreme events in cities of different Brazilian regions. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71, 102769. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102769>
- Lima, R. P. C. (2023). *Análise de tendência de dados hidrometeorológicos e modelagem hidrológica com HEC-HMS como ferramenta de reconstituição de eventos extremos de*

inundação em uma bacia hidrográfica da região sudeste do Brasil [Tese de doutorado, Universidade Federal de Viçosa].

Lima, R. P. C., Silva, D. D., Pereira, S. B., Moreira, M. C., Passos, J. B. M. C., Coelho, C. D., & Elesbon, A. A. (2019). Development of an annual drought classification system based on drought severity indexes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Online)*, 91(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201920180188>

Marengo, J. A., Alcantara, E., Cunha, A. P., Seluchi, M., Nobre, C. A., Dolif, G., & Moraes, O. L. (2023). Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil after heavy rain on May 25–28, 2022: Causes, impacts, and disaster preparedness. *Weather and Climate Extremes*, 39, 100545. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>

Oliveira, G. G. D., Flores, T., Bresolin Junior, N. A., Haetinger, C., Eckhardt, R. R., & Quevedo, R. P. (2018). Análise da suscetibilidade a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do rio Forqueta, RS, Brasil. *Geociências: São Paulo*, 37(2), 437–453.

Reis, G. B., Da Silva, D. D., Moreira, M. C., Fernandes Filho, E. I., Fraga, M. D. S., Cecílio, R. A., & Pinto, G. R. A. (2024). Influence of anthropogenic effects and climate variability on streamflow in a Brazilian tropical watershed. *Theoretical and Applied Climatology*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s00704-024-04936-4>

Santos, V. J., Pessoa, N. M., Berlanda, A., & Becegato, V. A. (2023). Estudo morfométrico e de susceptibilidade à enchentes e inundações com o auxílio de geotecnologias na bacia hidrográfica do rio Desquite, Otacílio Costa-SC. *Geoambiente On-line*(45). <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/75647>

Sousa, J. R. C. D. (2017). *Hydrology Plus: Sistema computacional para estudos meteorológicos e hidrológicos*. Viçosa – MG.

Publisher: Universidade Federal de Jataí. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFJ. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuições dos autores: Rafael Petruceli Coelho Lima: Conceituação, curadoria e processamento dos dados, análise dos resultados, escrita – rascunho original; Demetrius David da Silva: Validação, escrita – revisão e edição; Clívia Dias Coelho: Conceituação, curadoria e processamento dos dados, análise dos resultados, escrita – rascunho original; Michel Castro Moreira: Validação, escrita – revisão e edição. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais da Geoambiente On-line.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não possuem interesses financeiros ou não financeiros relevantes relacionados a este trabalho.