

LIMIARES DE PRECIPITAÇÕES CAUSADORAS DE INUNDAÇÕES NA BACIA DO RIBEIRÃO JOSÉ PEREIRA, ITAJUBÁ/MGIsadora Schuller Santiago Granda Raymundo¹ (IC), Benedito Cláudio da Silva¹ (PQ)¹Universidade Federal de Itajubá.**Palavras-chave:** Calibração hidrológica. Gestão de recursos hídricos. Modelagem de inundação. Precipitação intensa. Sub-bacias críticas.**Introdução**

Os eventos climáticos extremos, como inundações e estiagens, têm se intensificado nas últimas décadas, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos significativos. No Brasil, a recorrência desses fenômenos afeta diversas regiões, destacando-se enchentes, secas e incêndios florestais, o que evidencia a necessidade de aprimorar estratégias de monitoramento e gestão de riscos. Nesse contexto, a Bacia Hidrográfica do Ribeirão José Pereira, localizada em Itajubá (MG), apresenta histórico de alta pluviosidade e eventos recorrentes de inundações (SILVA et al., 2019), que provocam prejuízos materiais e humanos, principalmente no período chuvoso.

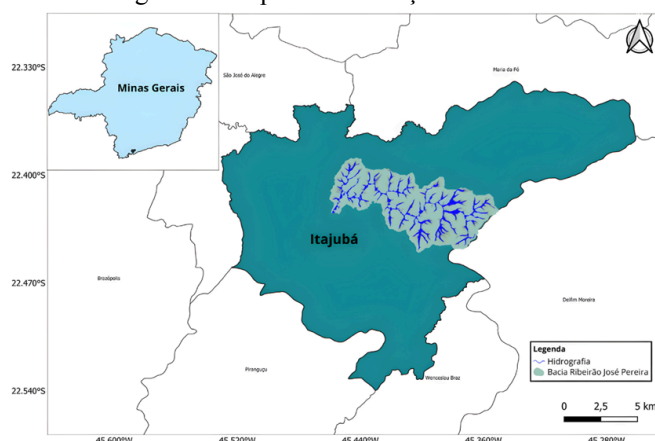
Diante dessa realidade, o presente trabalho tem como objetivo identificar limiares de precipitação desencadeadores de inundações na referida bacia, de forma a subsidiar a gestão de riscos e contribuir para a implementação de sistemas de alerta eficientes. Justifica-se a pesquisa pela relevância social e ambiental do tema, visto que a definição desses limiares permite mitigar danos, orientar ações preventivas da Defesa Civil e promover maior resiliência urbana frente às mudanças climáticas.

Como método, adotou-se a modelagem hidrológica associada a ferramentas de geoprocessamento, utilizando o software HEC-HMS. O procedimento envolveu a caracterização fisiográfica da bacia, análise de dados hidrometeorológicos históricos, definição de parâmetros como o Curve Number (CN) e o tempo de concentração, tempo de retorno, além da calibração do modelo a partir de eventos de cheias registrados. Esse processo possibilita simular o comportamento hidrológico da bacia e estabelecer relações entre precipitação e vazão, fundamentais para a identificação de limiares críticos.

Metodologia

Inicialmente, foi realizada uma análise histórica dos eventos de inundações ocorridos na Bacia Hidrográfica do Ribeirão José Pereira, localizada em Itajubá/MG, a bacia possui uma área de aproximadamente 39 km², sendo 16 km o comprimento do talvegue principal que atravessa o município até sua foz no Rio Sapucaí, passando por áreas urbanas e rurais, como apresentado na Figura 1. Essa etapa permitiu identificar a frequência, intensidade e consequências desses fenômenos, fornecendo subsídios para a etapa de modelagem.

Figura 1 - Mapa de localização da BHRJP.



Fonte: Autoria própria

Em seguida, procedeu-se à caracterização fisiográfica da bacia, por meio da utilização de ferramentas de geoprocessamento, contemplando informações sobre relevo, uso e ocupação do solo, rede hidrográfica e parâmetros hidrológicos necessários, como Curve Number (CN), tempo de concentração (Tc) e tempo de retorno (TR).

A etapa seguinte consistiu no ajuste do modelo hidrológico HEC-HMS à realidade da bacia estudada. Para isso, foram utilizados registros de eventos de precipitação e níveis d'água, que possibilitaram a calibração e validação do modelo. Esse procedimento

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

foi fundamental para garantir a confiabilidade dos resultados e a correta simulação dos cenários de inundações (OLIVEIRA; MARTINS, 2019; SILVA et al., 2020).

Posteriormente, foram realizadas simulações no software HEC-HMS considerando diferentes intensidades e durações de precipitação registradas na região. Essa etapa teve como objetivo identificar os limiares de chuva capazes de desencadear situações de inundações, bem como avaliar o tempo de resposta da bacia.

Por fim, os resultados obtidos foram sistematizados e analisados em conjunto, permitindo a identificação das áreas mais suscetíveis a inundações e a proposição de diretrizes e estratégias de monitoramento. Todo o procedimento foi desenvolvido de forma sequencial e integrada, com o intuito de oferecer uma abordagem metodológica consistente e aplicável ao contexto da gestão de riscos hidrológicos.

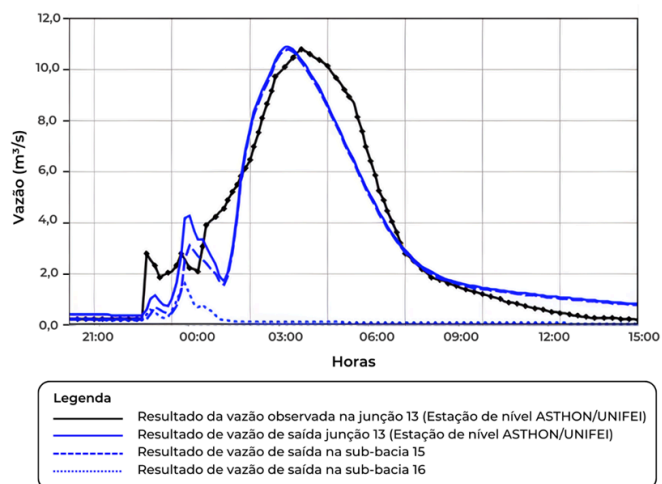
Resultados e discussão

A modelagem hidrológica realizada permitiu avaliar de forma detalhada o comportamento do escoamento superficial na área de estudo. Os resultados indicaram que o pico de vazão (Q_{pico}) ocorreu em resposta aos eventos de maior intensidade pluviométrica, com tempos de concentração variando de acordo com a topografia local e a permeabilidade do solo. As simulações evidenciaram que áreas de baixa declividade e com menor capacidade de infiltração apresentaram maiores volumes de escoamento, confirmando sua maior vulnerabilidade a inundações.

A análise espacial gerada pelo modelo possibilitou identificar zonas críticas, onde o acúmulo de água é mais pronunciado, e regiões menos suscetíveis devido à maior retenção hídrica do solo. Os cenários simulados também mostraram que alterações na cobertura do solo, como substituição de vegetação natural por áreas urbanizadas, resultam em aumento significativo da vazão de pico e na redução do tempo de resposta hidrológica, evidenciando a importância do manejo adequado do uso do solo.

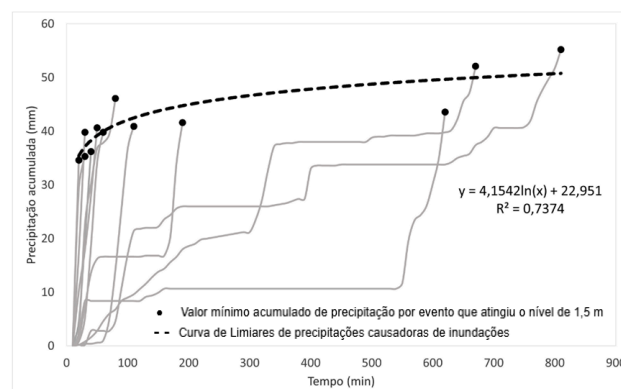
Os resultados quantitativos detalham a distribuição temporal e espacial do escoamento, permitindo comparar cenários com diferentes condições de chuva e cobertura do solo. Essas informações são essenciais para subsidiar decisões de planejamento urbano e medidas de mitigação de enchentes, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos na região estudada.

Figura 2 – Evento 23/01/2023 com parâmetros calibrados no HEC-HMS.



Fonte: Autoria própria

Figura 3 – Gráfico de limiares de precipitação desencadeadoras de inundações na BHRJP.



Fonte: Autoria própria

Conclusões

Destacam-se nesta pesquisa os principais resultados obtidos na análise da bacia hidrográfica do Ribeirão José Pereira (BHRJP), que apresenta aumento expressivo na incidência de inundações devido à sua topografia montanhosa e à urbanização a jusante. Durante o período chuvoso (outubro a março), a precipitação média mensal varia entre 180 e 240 mm, enquanto nos meses secos (abril a setembro) a média é de 50 mm, resultando em respostas rápidas da bacia aos eventos de chuva.

Na calibração do modelo HEC-HMS, dois eventos históricos foram utilizados para ajuste de parâmetros como CN, lag time e tempo de concentração (T_c), permitindo simulações mais precisas. O CN foi reduzido

“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”

em 20% para sub-bacias urbanas e 18% para rurais, com metodologias diferenciadas para lag time e Tc conforme a sub-bacia. O evento de 21/01/2021 destacou-se como de resposta mais rápida, com precipitação concentrada de 68,58 mm em 20 minutos, evidenciando a influência das bacias a montante na variação dos níveis do ribeirão, persistindo por até 4 horas e 30 minutos após a chuva.

Os resultados permitem identificar limiares críticos de precipitação que podem gerar transbordamentos, representados por uma curva logarítmica que serve de base para alertas de inundação. A pesquisa reforça a necessidade de abordagens integradas para gestão de recursos hídricos, considerando topografia, urbanização e variáveis hidrológicas. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a incorporação de dados de evaporação, análises da saturação do solo e interpolação de chuvas entre estações meteorológicas, podendo ser organizados em uma API para facilitar o acesso e aplicação dos dados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal de Itajubá pela infraestrutura disponibilizada e pela bolsa de Iniciação Científica da autora.

Referências

SILVA, J.P.R.; REBOITA, M. S.; MATTOS, E. V.; LEMES, M. C. R. Estudo de um caso de transbordamento do Ribeirão José Pereira em Itajubá–Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, 2019.

OLIVEIRA, R. J.; MARTINS, A. S. A utilização do modelo hidrológico HEC-HMS para previsão de cheias em bacias hidrográficas brasileiras. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, n. 3, p. 1-13, 2019.