

## **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**

### **SISTEMATICA PARA ANÁLISE DE RISCO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO: ESTUDO DE CASO DA SUB-BACIA NASCENTES**

*Flávia Ciqueira <sup>1</sup>; Priscilla Macedo Moura <sup>2</sup> & Jussanã Milograna <sup>3</sup>*

**Abstract:** In recent years, the number of people affected by floods has been increasing. This phenomenon is ascribed to a systemic condition influenced by socio-environmental factors, including an increase in extreme rainfall events and the occupation of flood-prone regions, among others. As this issue impacts the social well-being of communities, institutions from various sectors have been seeking alternatives to help reduce flood risk. In this context, risk mapping emerges as a valuable tool that can support multiple stages of risk management, for instance, by helping to reduce vulnerabilities, since it allows the identification of areas where greater technical or financial investment is needed. However, limited data availability may present difficulties for the mapping process. This study applies a methodology that combines physical and socioeconomic factors to map flood risk in Brazilian sub-basins. The tool was applied to the strategic territorial unit of the Nascentes sub-basin, in the upper Velhas River, a region frequently affected by floods. The results were satisfactory in mapping hazard and exposure but require refinement in addressing social vulnerability.

**Resumo:** Nos últimos anos tem aumentado o número de pessoas afetadas por inundações. Esse fenômeno é atribuído a uma condição sistêmica que abrange questões socioambientais como aumento das precipitações intensas, ocupação de áreas propensas a inundações, dentre outros fatores. Por se tratar de uma questão que afeta o bem social das comunidades, instituições de diferentes origens têm buscado alternativas que possam contribuir com a redução do risco a inundações. Para essa finalidade, o mapeamento do risco é uma ferramenta que pode atuar em diversas etapas do gerenciamento do risco, como, por exemplo, na redução das vulnerabilidades, pois é uma maneira de identificar onde existem maiores necessidades de investimentos técnico ou financeiro. No entanto a escassez de dados pode tornar desafiador o processo de mapeamento. Este estudo utiliza uma sistemática que combina aspectos físicos e socioeconômicos para mapear o risco de inundação em sub bacias brasileiras. A ferramenta foi aplicada na unidade territorial estratégica da sub-bacia Nascentes, no alto rio das Velhas, região que sofre com recorrentes inundações. Os resultados obtidos foram satisfatórios para o mapeamento de perigo exposição, mas carece de refinamento para o aspecto de vulnerabilidade social.

**Palavras-Chave** –Mapeamento de Risco de Inundações, Avaliação de Vulnerabilidade, Indicadores Socioeconômicos, Análise Multicritério, Políticas Públicas

1) Mestranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais. Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha - 31 270-901 - Belo Horizonte, [ciqueira.flavia@gmail.com](mailto:ciqueira.flavia@gmail.com).

2) Professora do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos e do Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG. Escola de Engenharia da UFMG - Bloco I Av. Antônio Carlos, 6627- Campus Pampulha - 31 270-901 – Belo Horizonte (31) 3409-3684, [priscilla.moura@ehr.ufmg.br](mailto:priscilla.moura@ehr.ufmg.br)

3) Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Departamento de Áreas Acadêmicas III Rua 75, 46- Centro - 74055110 - Goiânia, GO - Brasil (62) 32272700, [milogranajussana@gmail.com](mailto:milogranajussana@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

As inundações estão entre os desastres naturais com maior impacto socioeconômico no mundo (ABDULLAH et al., 2021). Conforme a World Meteorological Organization (2025) as inundações causam mais de 40 bilhões de dólares em danos anualmente ao redor do mundo, além disso, esse número tem aumentado a cada ano. De 2000 a 2015 o número de pessoas vivendo em áreas propensas a inundações aumentou de, aproximadamente, 58 milhões para 86 milhões.

No Brasil, o mapeamento de risco de inundações tem sido adotado como uma ferramenta para subsidiar políticas públicas (JÚNIOR et al., 2018; SILVA et al., 2017; MATTEDI et al., 2024). No entanto, sua aplicação enfrenta desafios importantes, como a escassez de dados confiáveis, a ausência de padronização metodológica e as dificuldades em integrar dimensões físicas e sociais em análises quantitativas.

Diversos estudos têm adotado métodos multicritério com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que apesar de possuir uma acurácia moderada, se adapta bem para diferentes escalas e permite o uso de muitas variáveis no processamento (CIQUEIRA et al., 2024). Além disso, há limitações na representação da vulnerabilidade social em função falta de padronização metodológica e a dificuldade de acesso à dados atualizados que reflitam a realidade das populações mais vulneráveis.

Diante desse contexto, este trabalho apresenta resultados da aplicação de uma sistemática de análise de risco de inundações em sub-bacias hidrográficas brasileiras, baseada exclusivamente em dados públicos e pensada para auxiliar a atuação de gestores públicos.

A sistemática adotada neste estudo é baseada na adaptação do conceito de risco definido por Sayers et al. (2013), que define o risco (R) como uma função do perigo (P), da exposição (E) e da vulnerabilidade (V), conforme apresentado na Equação 1:

$$R = f(P, E, V) \quad (1)$$

Nessa abordagem, o perigo está relacionado à frequência e intensidade dos eventos de inundação, bem como à eficácia dos sistemas de proteção; a exposição refere-se aos elementos que podem ser afetados, como por exemplo população, infraestrutura e serviços; e a vulnerabilidade expressa o potencial de danos correlacionados às características socioeconômicas da população. A combinação espacial desses fatores, por meio de álgebra de mapas (CHEN e ALEXANDER, 2022), permite a geração de representações cartográficas do risco e a identificação de áreas prioritárias para atuação.

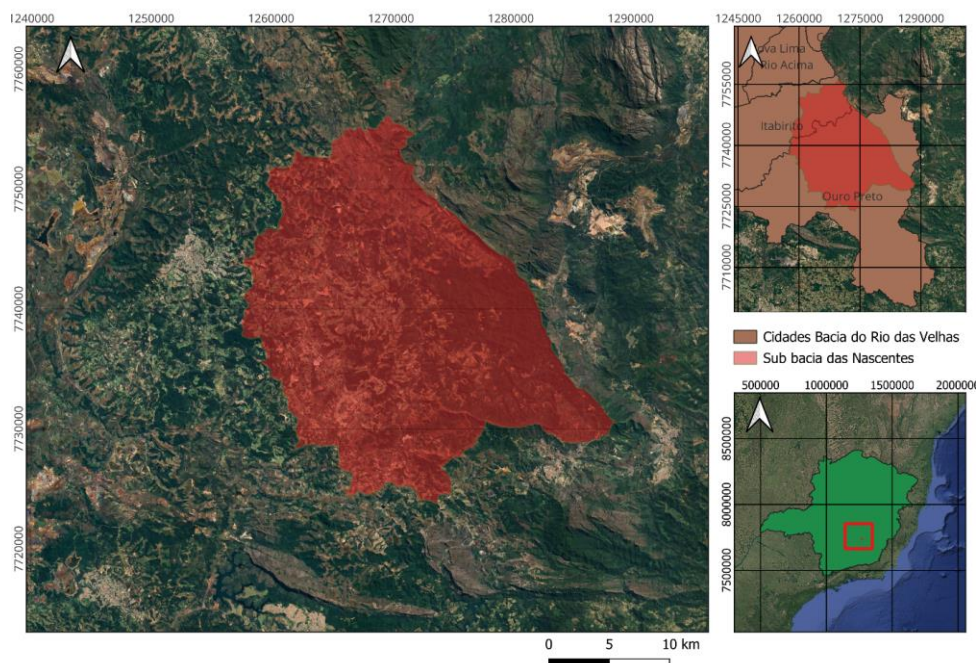
## MATERIAIS E MÉTODOS

A Unidade Territorial Estratégica (UTE) denominada Sub-bacia Nascentes, localizada no alto curso do rio das Velhas, possui uma área de 541,58 km<sup>2</sup> (Figura 1) e situa-se a aproximadamente a 75 km de Belo Horizonte, Minas Gerais. Nessa região encontra-se a nascente do Rio das Velhas, no Parque Natural Municipal Cachoeira das Andorinhas, além de diversos afluentes importantes, como o Rio Maracujá, o Ribeirão do Funil, o Córrego Olaria e o Córrego do Andaime. A sub-bacia abrange áreas dos municípios de Ouro Preto e Itabira, com ocupação heterogênea, variando entre zonas urbanas e rurais.

O solo da região é composto essencialmente por Cambissolo que, de forma geral, apresenta baixa infiltração e baixa resistência à erosão (Sartori et al, 2005). A região é caracterizada por intensa atividade minerária e atividades agropecuárias (CBH Rio Das Velhas, 2025). A sub-bacia tem histórico de inundações; segundo o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações da ANA, o rio das Velhas

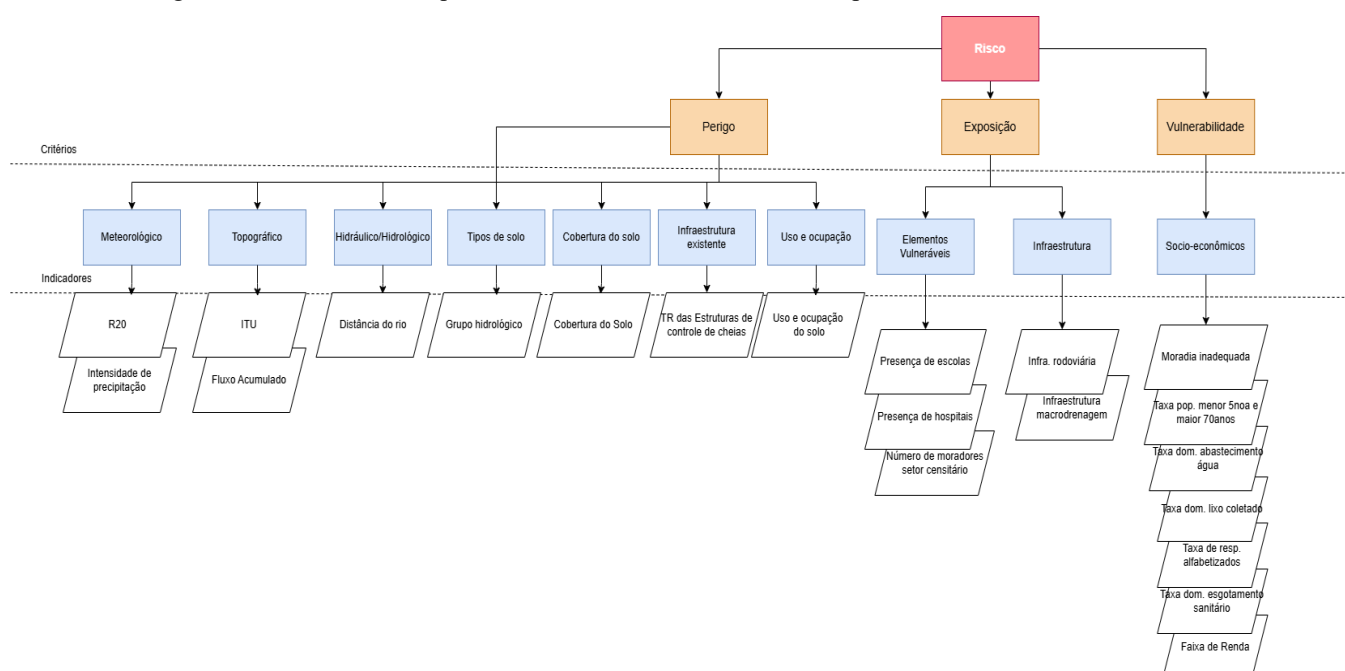
apresenta alta frequência e baixo impacto, enquanto o rio Maracujá tem alta frequência e impacto médio.

Figura 1- Localização da sub-bacia das Nascentes



Foi utilizada a metodologia desenvolvida na dissertação de Ciqueira (2025) para a análise do risco de áreas suscetíveis à inundação, baseada em dados de fontes públicas. Com essas informações, foram produzidos mapas para cada um dos indicadores de perigo, exposição e vulnerabilidade, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura hierárquica com os indicadores selecionados para cada dimensão do risco



Para os indicadores HAND, ITU (índice topográfico de umidade) e fluxo acumulado foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) ANADEM, desenvolvido pela ANA (2024), com resolução espacial de 30 metros. Os indicadores de chuva foram derivados da base histórica de precipitação da ANA e do IDF (Intensidade-Duração-Frequência) gerado para o município de Ouro Preto pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB, 2014). A identificação dos grupos hidrológicos na sub-bacia foi realizada a partir do mapeamento pedológico disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), na escala de 1:250.000. O mapa de uso e cobertura do solo, fornecido pelo MapBiomas (2023), permitiu a extração de dois indicadores: cobertura e tipo de uso e ocupação do solo.

Dados sobre infraestrutura educacional foram obtidos a partir do banco de dados do INEP (2024), que forneceu informações sobre número e localização de escolas. Já os indicadores referentes à presença de hospitais e infraestrutura viária foram extraídos do portal IDE (2024), que disponibiliza o mapeamento de rodovias estaduais e federais, bem como a localização de unidades de atendimento à saúde (hospitais, postos de saúde e unidades de pronto atendimento). Informações sobre infraestrutura de macrodrenagem urbana foram obtidas a partir da base do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023).

Por fim, os indicadores de vulnerabilidade social — como condições de moradia inadequada, proporção de domicílios com coleta de lixo, esgotamento sanitário, abastecimento de água, proporção de população menor de 5 anos ou maior de 70 anos, taxa de responsáveis alfabetizados e faixa de renda domiciliar — foram obtidos a partir do Censo Demográfico (IBGE, 2010).

Todos os dados foram processados em ambiente SIG, onde os mapas foram transformados em formato raster e reclassificados para uma escala comum, possibilitando a realização de álgebra de mapas.

A obtenção dos pesos para cada indicador da dimensão perigo e exposição foram definidas a partir de consulta a especialistas. Os pesos para os indicadores de perigo e exposição estão na Tabela 1. Os pesos das dimensões do risco também foram obtidos a partir da consulta a especialistas e como resultado elas receberam pesos iguais, ou seja, 0,33 para cada uma das 3 dimensões do risco.

Tabela 1- Pesos atribuídos aos indicadores de Perigo e exposição

<b>Indicador de Perigo</b>	<b>Peso</b>	<b>Indicador de Exposição</b>	<b>Peso</b>
Intensidade de precipitação	0,19	Número de moradores no setor censitário	0,24
R20	0,17	Uso e ocupação do solo	0,24
HAND	0,16	Presença de hospitais	0,18
Fluxo acumulado	0,11	Presença de escolas	0,16
Cobertura do solo	0,11	Infraestrutura de Macrodrenagem	0,11
Estruturas de controle de enchentes	0,11	Infraestrutura Rodoviária	0,07
Grupo hidrológico	0,08		
ITU	0,07		

Já para os indicadores de vulnerabilidade, optou-se pela distribuição igualitária de pesos devido à complexidade da análise de indicadores socioeconômicos, que exige a expertise de profissionais diversos. Os pesos para cada indicador de vulnerabilidade podem ser observados na Tabela 2.



A combinação dos indicadores em cada dimensão foi realizada por meio de soma ponderada, em ambiente SIG. Como resultado, foram gerados três mapas temáticos (perigo, exposição e vulnerabilidade), os quais foram novamente combinados, também via soma ponderada, para compor o mapa final de risco.

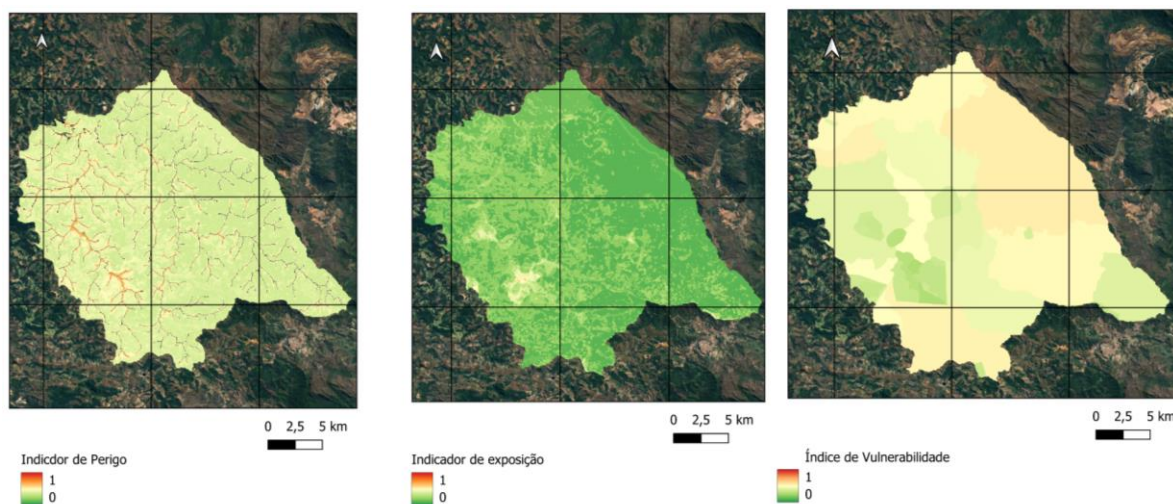
Tabela 2- Pesos atribuídos aos indicadores de vulnerabilidade

Indicador		Peso
Taxa de Moradia inadequada (MI)		0,34
Taxa da população menor que 5 anos e maior de 70 anos (FE)		0,33
Taxa da população com acesso a serviços de saneamento	Taxa de Domicílios com lixo coletado (LX)	0,11
	Taxa de Domicílios com esgotamento sanitário (ES)	0,11
	Taxa de Domicílios com abastecimento de (AG)	0,11
Taxa de Responsáveis alfabetizados(as) (AF)		0,5
Faixa de renda (RE)		0,5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sistemática proposta foi aplicada à área de estudo com o objetivo de classificar o risco. Os mapas temáticos das dimensões de perigo, exposição e vulnerabilidade foram gerados e estão apresentados na Figura 3. Para cada dimensão os resultados podem variar entre 0 e 1, em que 1 representa a pior condição.

Figura 3- Mapas de Perigo, exposição e vulnerabilidade.



No âmbito da avaliação da performance do modelo multicritério proposto para a elaboração de mapas de perigo, procedeu-se a uma análise comparativa visual. Esta análise confrontou os resultados gerados pelo método em questão com um mapa de inundação preexistente, desenvolvido para o Plano de Ação de Emergência (PAE) da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Rio das Pedras. O referido mapa de inundação, cujas cartas são disponibilizadas para vazões com tempos de retorno (TR) de 2, 10, 50, 100 e 10.000 anos (CEMIG, 2022), permite a identificação das áreas naturalmente sujeitas a riscos hidrológicos no vale a jusante da barragem. É importante salientar que o mapa foi obtido por meio do aplicativo Prox (2024), uma ferramenta de acesso livre e gratuito. O cenário temático empregado para a comparação corresponde à simulação hidrodinâmica denominada "Cheia Natural

5", referente ao rio das Velhas, que apresenta uma vazão efluente estimada em 656 m<sup>3</sup>/s. Para fins de validação, utilizou-se o único trecho coincidente disponível na aplicação com a área de estudo, situado a jusante da sub-bacia Nascentes, conforme detalhado na Figura 4.

Figura 4-Comparação do mapa de perigo gerado pela metodologia proposta e os resultados obtidos com simulação hidrodinâmica



Fonte - A) Mapa de perigo de inundação – Autor (2025) B) Mapa temático de mancha de inundação obtido no aplicativo Prox no dia 20 de março de 2025.

A análise desse trecho indica uma boa coerência entre o mapa de mancha de inundação obtido por simulação hidrodinâmica e o mapa de perigo obtido pela metodologia proposta. O método multicritério conseguiu representar o formato da área com potencial de inundação, ainda que com menor precisão em relação à modelagem hidrodinâmica. Apesar dessa limitação, os resultados confirmam a consistência do método, demonstrando seu potencial para a análise preliminar de risco de inundação.

A análise do mapa de perigo indicou que a maior parte da sub-bacia apresenta baixo nível de risco, com exceção das áreas adjacentes aos cursos d'água, onde os valores tendem a ser superiores. O levantamento identificou três regiões de maior perigo: os distritos de Cachoeira do Campo, Amarantina e o trecho a montante do reservatório da PCH Rio de Pedras.

Para o mapa de exposição foram observados valores baixos na maior parte da sub-bacia, exceto em áreas urbanizadas, próximas a rodovias e escolas, onde obteve-se valores mais elevados de exposição, o que era um comportamento esperado visto os resultados de ponderação de seus indicadores.

Para a sub-bacia Nascentes, o mapa de vulnerabilidade apresentou que a bacia não possui um nível de fragilidade socioeconômica acentuada. O que é consistente com o IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) de 2010 das cidades de Ouro Preto e Itabirito que corresponde a 0,741 e 0,730, respectivamente. No entanto, foram observados valores de vulnerabilidade menores próximo aos centros urbanos, quando comparados com os valores das áreas rurais.

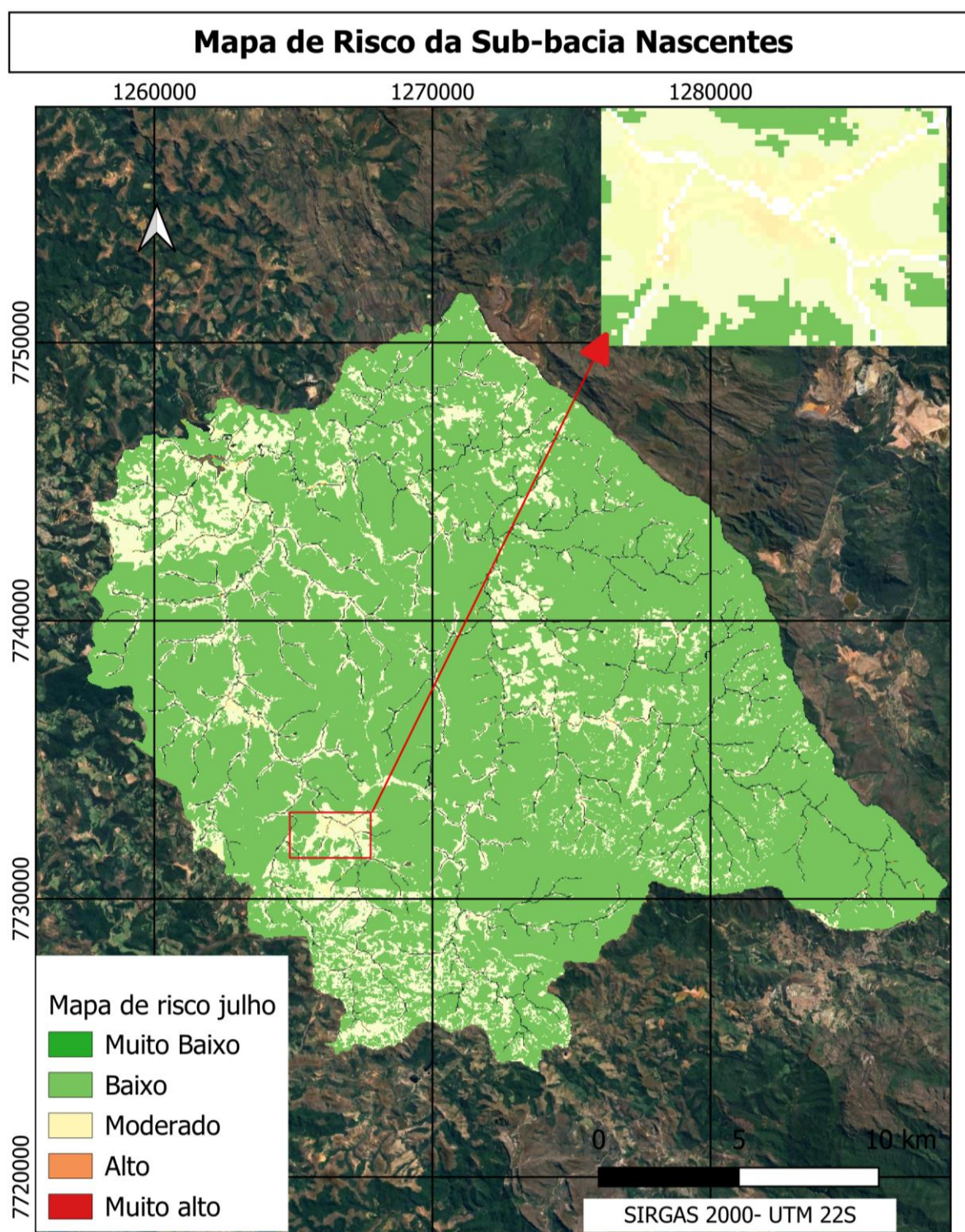
O mapa de risco elaborado por meio da metodologia adotada, conforme apresentado na Figura 5, possibilita a realização de uma análise detalhada dentro da sub-bacia, permitindo a identificação de áreas com maior grau de risco associado. Nesta aplicação, os distritos de Cachoeira do Campo e Amarantina foram classificados com níveis de risco moderados.

Como forma de validação dos resultados obtidos com a sistemática proposta, seus resultados para a sub-bacia Nascentes foram comparados com o resultado do Atlas de Vulnerabilidade a



inundações (ANA, 2014), assim como foi realizado no trabalho de Portela et al. (2023). Ressalta-se que não se trata de uma comparação direta entre variáveis da mesma categoria, uma vez que a metodologia adotada pela ANA incorpora diferentes indicadores e métodos. No entanto, foi viável realizar uma análise qualitativa.

Figura 5- Mapa de Risco de inundação



O Atlas da ANA apresenta resultados para o rio das Velhas e para o rio Maracujá que foram classificados como alta frequência para ambos e impacto baixo para o trecho do rio das Velhas na sub-bacia Nascentes e médio para o seu afluente rio Maracujá. Dessa forma a vulnerabilidade é alta para o rio Maracujá e média para esse trecho do rio das Velhas. Diante dessas informações observa-se que há uma diferenciação entre esses dois trechos o que o método proposto também foi capaz de inferir.

Além disso, conforme mencionado anteriormente, é possível utilizar a sistemática proposta para realizar um segundo tipo de análise, que consiste na comparação entre diferentes sub-bacias a partir do valor final de risco ponderado. Esse valor é obtido por meio da razão entre a soma ponderada dos riscos por área e a soma total das áreas da sub-bacia. Com esse cálculo, obteve-se um único valor de risco para a sub-bacia Nascentes, que foi de 3,63, classificando-a como uma área de risco baixo. Ao aplicar o mesmo procedimento para outra sub-bacia, é possível obter um valor comparável, facilitando a análise e a avaliação relativa entre as diferentes sub-bacias.

## CONCLUSÃO

Observa-se que os resultados obtidos com a proposta desse trabalho são consistentes para as dimensões de perigo e podem indicar locais com maior potencial de inundações. Os resultados obtidos para exposição também são consistentes e apontam locais com maior concentração de elementos vulneráveis. No entanto ao realizar uma análise intra-bacia os resultados de vulnerabilidade não se mostraram muito sensíveis à diferentes contextos locais, entretanto ao avaliar globalmente o valor de vulnerabilidade é consistente com o IDHM da região.

Dessa forma, a ferramenta de análise de risco demonstrou coerência nos resultados obtidos, apresentando uma estrutura metodológica promissora para a avaliação de perigo, exposição e vulnerabilidade. No entanto, há a necessidade de refinamentos metodológicos, especialmente no que tange à adaptação do índice de vulnerabilidade para diferentes contextos regionais e à inclusão de novas variáveis que ampliem a compreensão do risco tornando a sistemática proposta mais robusta.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, Mohammad Fikry; SIRAJ, Sajid; HODGETT, Richard E. "An overview of multi-criteria decision analysis (MCDA) application in managing water-related disaster events: Analyzing 20 years of literature for flood and drought events". *Water*, v. 13, n. 10, p. 1358, 13 maio 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/10/1358/htm>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Atlas de vulnerabilidade a inundações*. Brasília: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://www.ana.gov.br>. Acesso em: 31 mar. 2025.

ARAÚJO JÚNIOR, Antônio Carlos Ribeiro; TAVARES JÚNIOR, Stélio Soares. "Expansão urbana e fatores de risco à inundação em Boa Vista - RR". *Raega - O espaço geográfico em análise*, v. 44, p. 139, maio 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/49680>.

CBH RIO DAS VELHAS. *Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas*. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/>. Acesso em: 28 mar. 2025.



CEMIG. *PAE PCH Rio das Pedras*. 2022. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2022/11/pae-pch-rio-das-pedras.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2025.

CHEN, Yu; ALEXANDER, David. "Integrated flood risk assessment of river basins: Application in the Dadu river basin, China". *Journal of Hydrology*, v. 613, p. 128456, 1 out. 2022.

CIQUEIRA, Flávia. *Sistemática para análise de risco de áreas suscetíveis a inundação*. 2025. 178 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

CIQUEIRA, Flávia; et al. "Métodos de análise do risco aplicados em bacias hidrográficas brasileiras". *10º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável (PLURIS 2024)*. Cidades e territórios em transição. Guimarães, 2024.

IBGE. *Pedologia*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/10871-pedologia.html?=&t=downloads>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo Demográfico 2010: resultados por município*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://inde.gov.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA – IPAM. *Coleção 8 do MapBiomias: uso e cobertura do solo do Brasil*. São Paulo: MapBiomias, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 28 mar. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. *Censo Escolar da Educação Básica*. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <https://inep.gov.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

MATTEDE, Marcos Antônio; MELLO, Bruno Jandir; SOUZA, Cristiane Mansur de Moraes; et al. "Aplicação do índice de vulnerabilidade socioambiental a desastres por meio de sistema de informação geográfica (SIG)". *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 13, n. 1, p. e23423, fev. 2024. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/23423>.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Brasil). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS: diagnóstico dos serviços de água e esgoto – 2023. Brasília: MCID, 2024. Disponível em: <https://www.snis.gov.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

PORTELA, Bárbara de Melo; et al. "Análise da vulnerabilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Sirinhaém, utilizando o método de análise hierárquica". *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 3, p. 1247–1262, 1 jun. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/257875>.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO – PNUD; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO

– FJP. *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil: IDHM 2010 – Ouro Preto e Itabirito*. Brasília: PNUD, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

SARTORI, Aderson; NETO, Francisco Lombardi; MAIA GENOVEZ, Abel. "Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos. Parte 1: classificação". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 10, p. 5–18, 2005.

SAYERS, Paul; et al. *Flood risk management: a strategic approach: part of a series on strategic water management*. Water and Sewerage Journal, 2013. p. 202. Disponível em: <https://bit.ly/2TkeZHz>.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB. *Curvas intensidade-duração-frequência (IDF) para o município de Ouro Preto – MG*. Brasília: SGB, 2023. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br>. Acesso em: 28 mar. 2025.

SILVA, Paulo Vitor Ribeiro Marques; JUNIOR, Ricardo Abranches Félix Cardoso; DE NORONHA, Gustavo Carneiro. "Mapeamento e análise de risco de inundação da Bacia do Rio Paraíba/AL: estudo de caso". *Sistemas & Gestão*, v. 11, n. 4, p. 431–443, maio 2017. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1143>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS. *ANADEM – Modelo Digital de Terreno (MDT)*. Porto Alegre: UFRGS, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/hge/anadem-modelo-digital-de-terreno-mdt>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Global annual to decadal climate update (2025–2029)*. Geneva: WMO, 2025. Disponível em: <https://wmo.int/files/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029>. Acesso em: 23 jun. 2025.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Capes, CNPq e Fapemig pelo financiamento das pesquisas desenvolvidas. Agradecemos a todos os especialistas que contribuíram com esta pesquisa, incluindo profissionais de diversas instituições como IFPA, UFPE, UNIFEI, UFT, UFAL, IFPB, UFG, UFRGS, IPH, Cemaden, SGB, ANA, além de representantes do CBHSF, Neoenergia, Cemig, Engecorps, RHAMA Analysis, CEPEL, INEA, e do Corpo de Bombeiros Militar do Acre e Prefeituras. Minha gratidão se estende, ainda, ao SiDi e bem como à UFMG.