

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS À INUNDAÇÃO EM JUIZ DE FORA (MG)

¹Caroline Maciel Doná, ²Mariana Barcelos de Vasconcelos, ³Nívea Adriana Dias
Pons, ⁴Samara Calçado de Azevedo

¹Universidade Federal de Itajubá, e-mail: d2026100470@unifei.edu.br; ²Universidade
Federal de Itajubá, e-mail: marianabarcelos@unifei.edu.br; ³Universidade Federal de
Itajubá, e-mail: npons@unifei.edu.br; ⁴Universidade Federal de Itajubá, e-
mail: samara_calcado@unifei.edu.br.

Ambiente e Clima
Gestão de riscos climáticos

Resumo

Inundações são fenômenos que afetam diversos municípios brasileiros, causando diferentes impactos. Recentemente, o município de Juiz de Fora, Minas Gerais, foi fortemente afetado por esse evento, o que justifica a realização de estudos voltados para identificação de áreas suscetíveis a inundações sendo importantes para previsão e monitoramento desse fenômeno. O objetivo do trabalho é identificar as áreas suscetíveis à inundações no município de Juiz de Fora. Para isso, foi utilizado o Processo Analítico Hierárquico (AHP) em que são aplicados pesos para parâmetros que contribuem com o processo de inundações. Os parâmetros utilizados neste estudo foram: declividade, uso e ocupação do solo, distância da rede de drenagem e tipos de solo. A aplicação da metodologia AHP foi feita por meio do plugin “Análise Multicritério Ponderada” disponível no Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS. Os resultados indicaram que regiões próximas aos cursos d’água e de baixa declividade apresentam alta suscetibilidade à inundações, enquanto que áreas com alta declividade e predominância de formação florestal apresentam baixa suscetibilidade. Portanto, o mapa de suscetibilidade pode ser utilizado por tomadores de decisão, indicando quais áreas devem ser priorizadas para gestão de risco. Além disso, é importante que o município promova ações de conservação das APP’s.

Palavras-chave: Análise multicritério; Enchentes; Geoprocessamento.

Introdução

Fenômenos como as inundações são desencadeadas por intensa precipitação de longa ou curta duração, afetando os cursos d’água (Amaral; Ribeiro, 2015). São eventos decorrentes de processos naturais, entretanto, podem ser potencializados por ações antrópicas, causando diversos prejuízos à população (Servidoni *et al.*, 2023). Nesse cenário, no início do ano de 2026, o município de Juiz de Fora (MG) foi fortemente afetado por esse fenômeno. As chuvas provocaram um aumento de 4 metros do rio Paraíbuna, resultando em alagamentos em diversos bairros. A cidade também foi afetada por deslizamentos, cerca de 3 mil pessoas ficaram desabrigadas e estima-se 59 fatalidades (Pina; Carranço; Diniz, 2026).

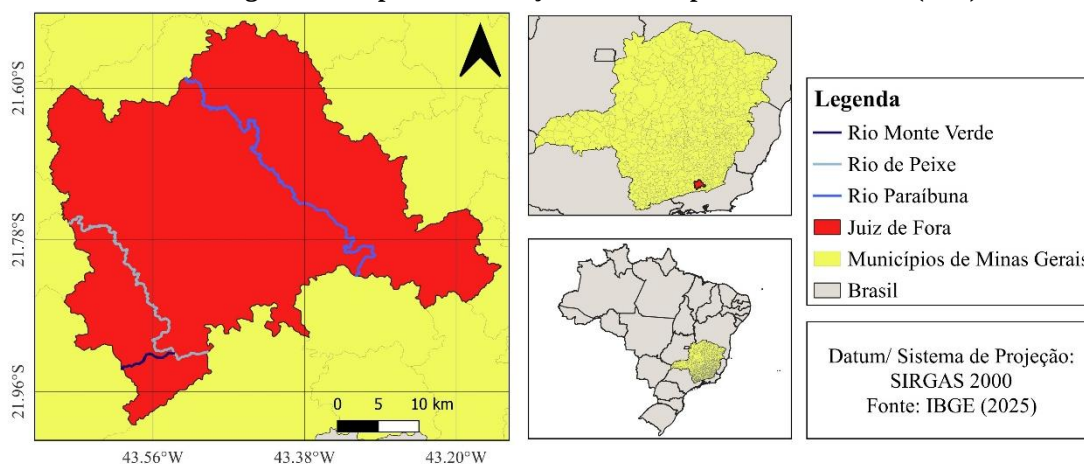
O município apresenta forte influência nas áreas ao seu redor, sendo conhecido como um polo regional, tendo passado por uma rápida expansão nos últimos anos (Dos Anjos, 2023). Segundo Tucci (2012), com a intensa urbanização a partir da impermeabilização do solo, há uma potencialização do escoamento superficial acima da capacidade de drenagem dos corpos d'água, levando às inundações. Dessa forma, estudos voltados para identificação de áreas suscetíveis à inundação são necessários para prevenção de riscos futuros (Ghahraman; Nagy; Nooshin Nokhandan, 2023).

Diante disso, as geotecnologias auxiliam na identificação de áreas de risco afetadas por fenômenos como as inundações (Rezende; Marques; Oliveira, 2017). A análise multicritério por meio do Processo Analítico Hierárquico (AHP), permite ser empregada em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), para identificação de áreas suscetíveis à alagamentos (Dos Anjos, 2023). Portanto, o objetivo do trabalho é identificar as áreas suscetíveis à inundação no município de Juiz de Fora, utilizando a técnica AHP em ambiente de SIG.

Metodologia

O estudo foi realizado no município de Juiz de Fora, localizado no sudeste do estado de Minas Gerais, na zona da mata, conforme Figura 1. O município apresenta área de 1.435,749 km² e população de 540.756 habitantes, conforme o censo de 2022 (IBGE, 2023).

Figura 1 : Mapa de localização do município de Juiz de Fora (MG)



Fonte: Autoras (2026).

Para identificação das áreas suscetíveis à inundação foi construído um mapa tendo como base a metodologia AHP, de acordo com Saaty (1990). Os parâmetros utilizados foram as classes de declividade, uso e ocupação do solo, distância da rede de drenagem e tipos de solo. Primeiramente, foi realizada a ponderação intraparâmetros e interparâmetros por meio de comparações par a par, em que foram atribuídos valores de 1 (igual importância) a 9 (extrema

importância) de um parâmetro em relação ao outro, conforme Saaty e Vargas (1991). A partir desses valores, foi calculado o vetor de pesos normalizado, o autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) e o índice de consistência (IC) para obtenção do valor de razão de consistência (RC), que verifica a confiabilidade dos pesos determinados, devendo esse valor, estar abaixo de 10%. Os mapas temáticos e o mapa final foram elaborados através do SIG QGIS (versão 3.44.8). Para a aplicação da metodologia AHP, foi utilizado o *plugin* “Análise Multicritério Ponderada” também no QGIS.

Para a construção do mapa de declividade foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido do projeto TOPODATA, com resolução espacial de 30 metros. Foram adotadas as classes de declividade definidas pela EMBRAPA. Após ponderação e demais cálculos, a razão de consistência (RC) desse parâmetro foi de 8,2%.

Os dados de uso e ocupação do solo do município de Juiz de Fora foram obtidos através da plataforma MapBiomas, utilizando a classificação de 2024. Após ponderação e demais cálculos, apresentou razão de consistência (RC) de 9,1%.

Em relação ao mapa de distâncias, foram utilizados os principais trechos hidrográficos de Juiz de Fora, obtidos da plataforma IDE-Sisema. Após ponderação e demais cálculos, a razão de consistência (RC) desse parâmetro foi de 9,4%.

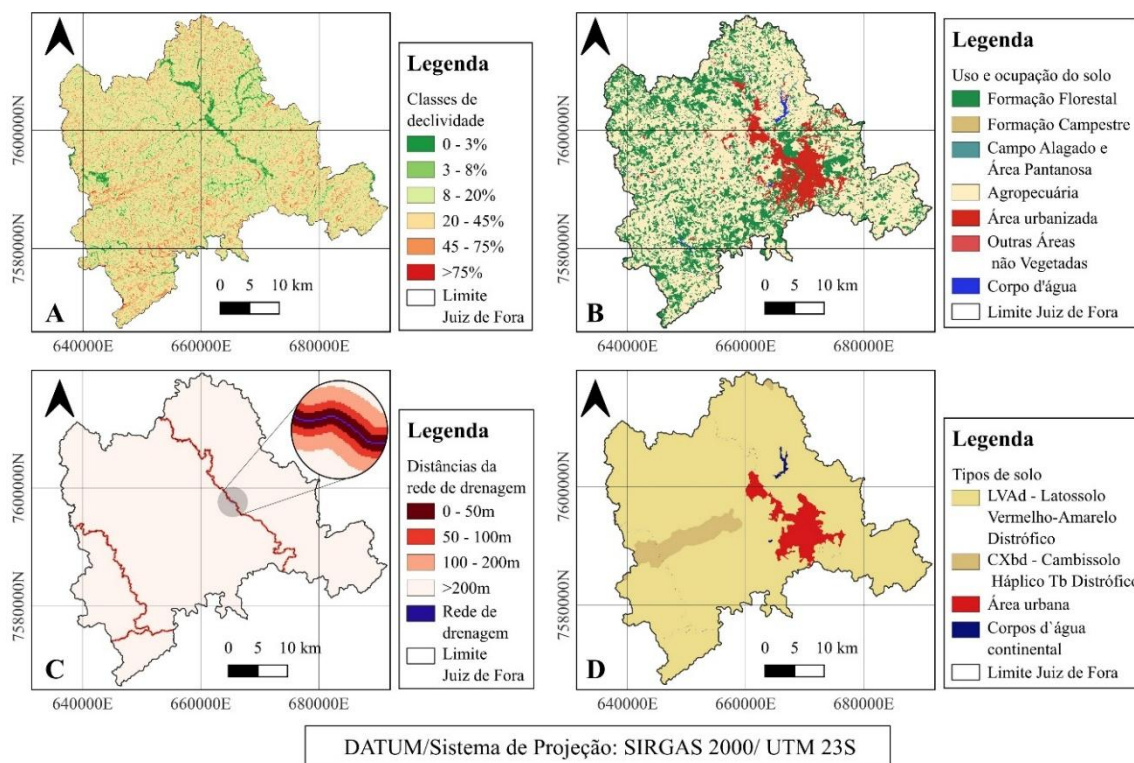
Os tipos de solo foram obtidos da base de dados da EMBRAPA, desenvolvida por Coelho (2024). Após ponderação e demais cálculos, esse parâmetro apresentou razão de consistência (RC) de 6,1%.

Em relação à ponderação interparâmetros, os pesos calculados foram: solos (0,05), uso e ocupação do solo (0,14), declividade (0,30) e distância da rede de drenagem (0,51), exibindo um valor de razão de consistência (RC) de 6,1%. A distância da rede de drenagem foi o parâmetro com maior peso, visto que as cheias dos cursos d'água são a principal causa das inundações. Assim, quanto mais distante da rede de drenagem, menor possibilidade de cheias. Logo depois, na classificação, a declividade apresentou o segundo maior peso, pois interfere diretamente no escoamento superficial. Dessa forma, áreas mais planas podem ter acúmulo de água, favorecendo a inundação (Dos Anjos, 2023). Em relação aos parâmetros de tipo de solo e uso e ocupação, pesos semelhantes foram encontrados no trabalho de Rezende, Marques e Oliveira (2017), em que o parâmetro de uso e ocupação do solo apresentou maior peso do que os tipos de solo.

Resultados e Discussão

Os mapas de declividade, uso e ocupação do solo, distâncias da rede de drenagem e tipos de solo, podem ser vistos na Figura 2.

Figura 2: Mapas temáticos do município de Juiz de Fora. A) Classes de declividade; B) Uso e ocupação do solo; C) Distâncias da rede de drenagem; D) Tipos de solo.



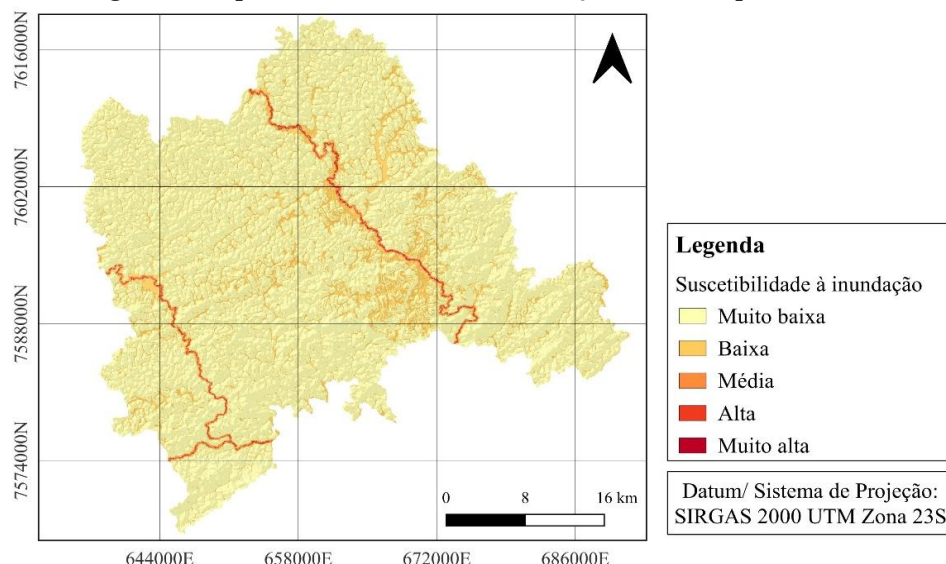
Fonte: Autoras (2026).

É possível observar que grande parte do município apresenta declividade fortemente ondulada (20 – 45%), conforme Figura 2A. Entretanto, regiões mais planas, onde a água pode ficar acumulada, estão próximas à rede de drenagem e à área urbana, exatamente os locais mais propensos às cheias e com maior peso na análise AHP. Além disso, é vista a predominância de latossolo vermelho-amarelo distrófico no município, o qual caracteriza-se pela boa permeabilidade, ocorrendo em locais bem drenados (AGEITEC, 2021).

De acordo com a Figura 3, que mostra o mapa de suscetibilidade à inundação de Juiz de Fora, é visto que 83% do município apresenta suscetibilidade muito baixa e 15,41% suscetibilidade baixa à inundação, de forma que as áreas com alta e muito alta suscetibilidade estão próximas à rede de drenagem. Devido à expansão desordenada das cidades brasileiras, são observadas ocupações no entorno de rios, o que dificulta a infiltração e o escoamento superficial, ocasionando as inundações (Rezende; Marques; Oliveira, 2017). É importante destacar que regiões com declividade predominantemente acima de 20% e com formação florestal, resultam em muito baixo risco de inundação, favorecendo o processo de infiltração da

água no solo e evitando o acúmulo de água na superfície. Resultados semelhantes são encontrados em trabalhos como de Dos Anjos (2023), em que as áreas de maior risco estão próximas a cursos d'água e áreas urbanizadas.

Figura 3: Mapa de suscetibilidade à inundação do município de Juiz de Fora.



Fonte: Autoras (2026).

Conclusão

A identificação das áreas suscetíveis à inundação evidenciou que as regiões de maior risco estão próximas à rede de drenagem. Esses locais são propensos à ocupação irregular, o que destaca a importância do município monitorar a expansão urbana nessas regiões. Além disso, deve-se promover o planejamento territorial que incentive a conservação das áreas de preservação permanente (APPs), entorno dos cursos d'água. Ademais, a metodologia AHP mostrou-se eficiente para a produção do mapa de suscetibilidade à inundação e esse instrumento pode ser utilizado como subsídio para o planejamento territorial e para gerenciamento de riscos, possibilitando a criação de ações precisas e adequadas para cada região. Por fim, para futuros estudos, sugere-se a utilização de outros parâmetros nesta análise, como a hipsometria, precipitação e geologia.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

AGEITEC - AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Solos Tropicais.** Latossolos vermelho e amarelos. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-vermelho-amarelos>. Acesso em: 19 jun. 2026.

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J; AMARAL, R. do. (Org.). **Desastres naturais:** conhecer e prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015. p. 39 - 52.

DOS ANJOS, J. M. M. **Análise multicritério para estudo da influência do uso e ocupação do solo em processos de inundação:** aplicação e comparação de cenário em Juiz de Fora (MG). 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023.

COELHO, M. R. **Base de dados de erodibilidade do solo do Brasil.** Embrapa (CNPQ), 2024. Disponível em: <https://geoinfo.dados.embrapa.br/catalogue/#/document/6602>. Acesso em: 4 jun. 2026.

GHAHRAMAN, K.; NAGY, B.; NOOSHIN NOKHANDAN, F. N. Flood-Prone Zones of Meandering Rivers: Machine Learning Approach and Considering the Role of Morphology (Kashkan River, Western Iran). **Geosciences**, v. 13, n. 9, 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal:** Minas Gerais. Rio de Janeiro, 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades@.** Juiz de Fora, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/juiz-de-fora/panorama>. Acesso em: 19 de jul. 2026.

PINA, R.; CARRANÇA, T.; DINIZ, I. Chuvas voltam a atingir Juiz de Fora; número de mortos passa de 60 em Minas Gerais. **BBC**, 24 de fev. 2026. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cx2g310jemro>. Acesso em: 19 de jul. 2026.

REZENDE, P. S.; MARQUES, D. V.; OLIVEIRA, L. A. de. Construção de modelo e utilização do método de processo analítico hierárquico – AHP para mapeamento de risco à inundação em área urbana. **Caminhos da Geografia**, v. 18, n. 62, p. 1-18, 2017.

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n.1, p. 9 – 26, 1990.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Prediction, projection and forecasting.** Boston: Kluwer Academic Publisher, 1991, 251 p.

SERVIDONI, L. E. *et al.* Detection of vulnerable áreas to the occurrence of floods in tropical regions, from morphometric attributes. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, n. 4, 2023.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana.** Brasília, DF: CEPAL/IPEA, 2012. 50 p. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, n. 48).