ÍNDICE INTEGRADO DE RISCO HIDROMETEOROLÓGICO PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Rafaela dos Santos Gomes [1]; Bruno Dias Rodrigues [2]; Reinaldo Pereira Nobre[3]; Ana Teena Bulcão dos Santos[4]& Evandro Moimaz Anselmo[5]

Palavras-Chave – Mineração de notícias, chuvas intensas, análise espacial.

INTRODUÇÃO

Eventos hidrometeorológicos extremos, como chuvas intensas e alagamentos, têm se tornado mais frequentes e impactantes, especialmente em regiões semiáridas, reforçando a necessidade de ferramentas que permitam monitorar e antecipar situações de risco. Nesse contexto, diversos estudos têm desenvolvido índices integrados que combinam variáveis físicas, hidrológicas e socioeconômicas para representar diferentes dimensões do risco.

Magalhães et al. (2023) utilizaram uma matriz que relaciona classes de chuva e critérios socioambientais para gerar mapas de risco, enquanto Zhu et al. (2023) e Qi et al. (2022) integraram componentes de exposição, vulnerabilidade e capacidade adaptativa na construção de índices de risco de inundação. Em cenários com escassez de bases de dados de impactos, Yagoub et al. (2020) e Fu et al. (2025) demonstraram o potencial da utilização de notícias jornalísticas para identificar, localizar e caracterizar eventos de inundação.

Diante do exposto, este trabalho pretende desenvolver e aplicar um índice integrado de risco hidrometeorológico para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), combinando variáveis ambientais e socioeconômicas para identificar e monitorar áreas suscetíveis a impactos decorrentes de chuvas intensas, utilizando registros extraídos de notícias para a classificação e validação das classes de risco.

METODOLOGIA

O índice de risco hidrometeorológico foi desenvolvido com base no modelo conceitual da ONU/UNDRR, no qual o risco é representado pela interação entre perigo, exposição e vulnerabilidade. O perigo foi representado pela razão entre a precipitação diária observada (FUNCEME) e a abstração inicial do solo (P/Ia), indicando o potencial de geração de escoamento superficial. A exposição foi estimada pelo número de domicílios em extrema pobreza (IPECE), normalizado espacialmente, enquanto a vulnerabilidade foi representada pelo Índice Municipal de Alerta (IMA). Foram avaliadas duas formulações do índice: (i) uma versão simplificada, considerando apenas perigo e exposição, e (ii) uma versão completa, incorporando também a vulnerabilidade.

[1]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, rafaela.gomes@funceme.br
[2]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, bruno.rodrigues@funceme.br
[3]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, reinaldo.nobre@funceme.br
[4]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, ana.santos@funceme.br
[5]) Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, evandro.anselmo@funceme.br

Para a calibração das classes do índice, foi construída uma série temporal de risco e realizada mineração de dados, em Python, a partir de notícias do Google Notícias utilizando palavras-chave relacionadas a chuvas intensas e seus impactos (inundação, alagamento, enxurrada, desastre, transtornos e barragens), associadas aos municípios da área de estudo. As informações de data, localização e impactos foram organizadas em um banco de dados, permitindo comparar os registros de ocorrência com os valores do índice e definir, de forma empírica, seus limiares de classificação.

RESULTADOS

Para a calibração das classes de risco, foi utilizada inicialmente uma versão simplificada do índice, considerando apenas a razão P/Ia e a exposição social (domicílios em extrema pobreza). Nessa etapa, o IMA foi temporariamente omitido para avaliar a sensibilidade do componente hidrológico e evitar redundância entre os indicadores sociais. O índice apresentou boa correspondência espacial com os impactos registrados em notícias, permitindo a definição empírica de quatro classes de risco (baixo, moderado, alto e muito alto).

Foram coletadas 183 notícias de eventos hidrometeorológicos no Ceará entre 2020 e 2025. Os maiores valores do índice coincidiram com áreas onde as notícias relatavam impactos mais severos, como inundações em residências e enxurradas, enquanto os menores valores estiveram associados a alagamentos pontuais e transtornos no trânsito. Após a calibração dos limiares, o IMA foi reincorporado ao cálculo do índice por meio de um ajuste empírico, preservando a coerência entre as classes de risco e os impactos observados (tabela 1). A aplicação da metodologia ao evento de 27 de abril de 2023 (figura 1) identificou áreas de risco muito alto concentradas principalmente em Fortaleza, Caucaia, Pacatuba e Maracanaú, onde a elevada urbanização potencializa os impactos das chuvas intensas.

Classe	Impacto
Baixo (0.1 a 0.3)	Alagamentos pontuais, transtornos no trânsito e pequenos danos a infraestruturas urbanas
Moderado (0.3 a 0.6)	Danos a estradas e rodovias, comprometimento de infraestruturas rurais e urbanas.
Alto (0.6 a 0.8)	Transbordamento de corpos hídricos menores, veículos submersos, queda de árvores.
Muito alto (maior que 0.8)	Inundações urbanas generalizadas, entrada de água em residências, possível evacuação de moradores.

Tabela 1. Classificação de impacto a partir do risco hidrometeorológico e as notícias.

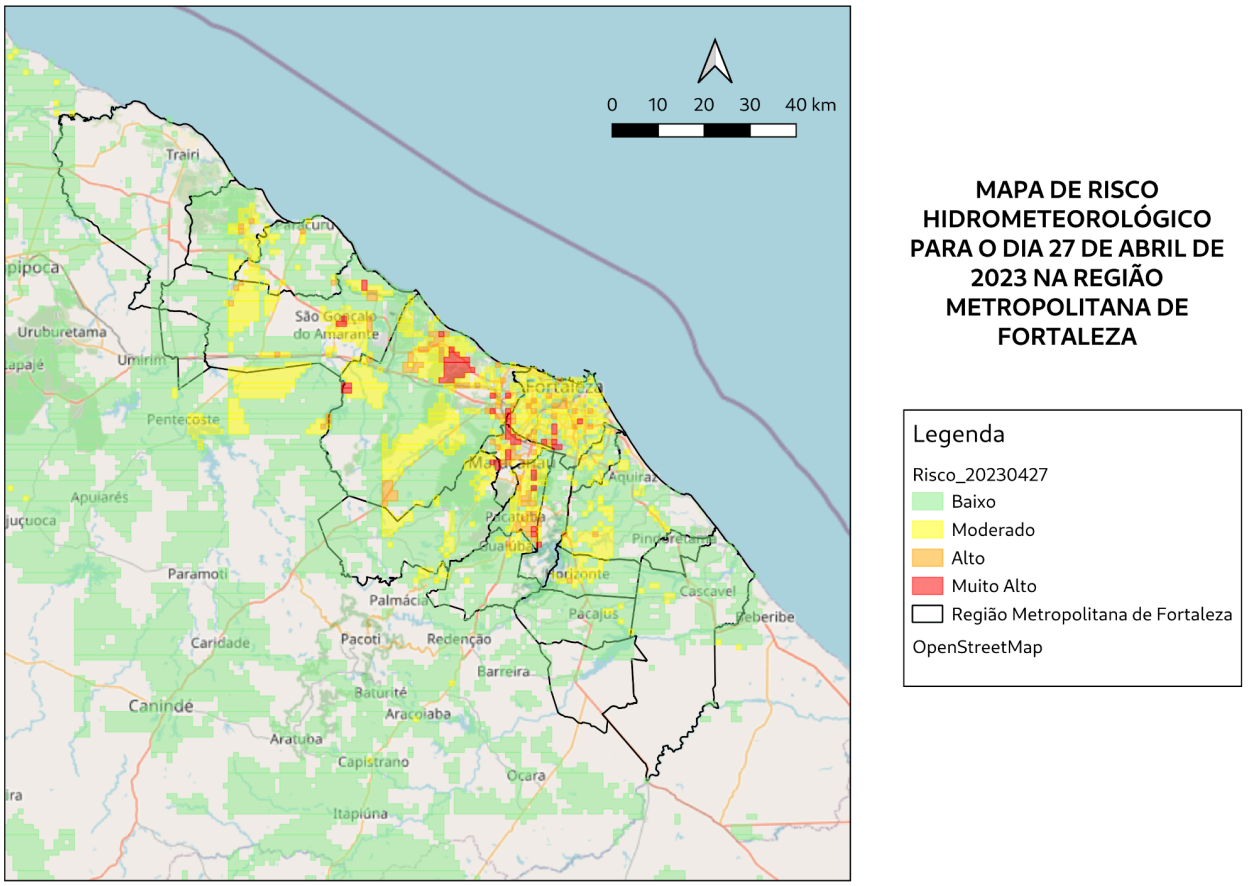


Figura 1. Índice integrado de risco hidrometeorológico aplicado para o dia 23 de abril de 2023 na RMF. Fonte: Autoria própria (2026).

CONCLUSÕES

O índice integrado de risco hidrometeorológico proposto mostrou-se capaz de representar espacialmente áreas suscetíveis a impactos decorrentes de chuvas intensas na Região Metropolitana de Fortaleza. A calibração empírica das classes de risco, baseada na mineração de notícias, permitiu estabelecer limiares compatíveis com os impactos observados, tornando a classificação mais representativa das condições reais. Uma das limitações encontradas durante a realização desse estudo é de que as fontes de notícias são sujeitas a subnotificação e imprecisão geográfica. Os resultados indicam que a metodologia possui potencial para subsidiar o monitoramento operacional, a emissão de alertas e o planejamento de ações de prevenção e resposta pela Defesa Civil, podendo ser adaptada para outras regiões mediante calibração com dados locais.

REFERÊNCIAS

FU, Shengnan et al. Creating a national urban flood dataset for China from news texts (2000–2022) at the county level. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 29, n. 3, p. 767-783, 2025.

MAGALHÃES, Leonardo Vaz Moreira et al. Risk matrix of hydrological disasters combining rainfall thresholds and social-environmental criteria. **Advances in Environmental and Engineering Research**, v. 4, n. 1, p. 1-16, 2023.

QI, Man et al. An integrated approach for urban pluvial flood risk assessment at catchment level. **Water**, v. 14, n. 13, p. 2000, 2022.
ZHU, Hong et al. A method to construct an environmental vulnerability model based on multi-source data to evaluate the hazard of short-term precipitation-induced flooding. **Remote Sensing**, v. 15, n. 6, p. 1609, 2023.

YAGOUB, M. M. et al. Newspapers as a validation proxy for GIS modeling in Fujairah, United Arab Emirates: identifying flood-prone areas. **Natural Hazards**, v. 104, n. 1, p. 111-141, 2020.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Processo nº 446256/2023-4.