

GESTÃO DE RISCOS URBANOS PARA PREVENÇÃO DE DESASTRES

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.XI-030>

Thallita Puzi Ferrassa (*), Letícia do Nascimento Idalgo, Thamara Regina Godoi Cruz, Daiane Maria De Genaro Chirolí, Igor José Botelho Valques

* Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PEU, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, thallitapuzi@gmail.com

RESUMO

A crescente complexidade e interdependência das cidades aumenta sua vulnerabilidade a desastres naturais, tecnológicos e socioeconômicos, tornando essencial a adoção de estratégias integradas de gestão de riscos. Este estudo teve como objetivo propor uma abordagem multidimensional para prevenir e mitigar desastres urbanos, articulando indicadores de resiliência, tecnologias inteligentes e práticas de governança. O objeto de estudo consistiu em publicações científicas recentes sobre gestão de riscos e resiliência urbana. A metodologia foi qualitativa, exploratória e analítica, baseada em revisão bibliográfica sistemática na base Scopus, com recorte temporal de 2022 a 2024 e critérios de inclusão focados em estudos revisados por pares com aplicabilidade prática. Os resultados evidenciaram a relevância de modelos integrados que combinam monitoramento em tempo real, análise espaço-temporal de vulnerabilidades, adoção de padrões internacionais e governança participativa. Conclui-se que a gestão de riscos urbanos eficaz requer visão sistêmica e fundamentada em dados, capaz de orientar políticas públicas e intervenções alinhadas ao desenvolvimento urbano sustentável e resiliente.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de riscos urbanos, Resiliência urbana, Prevenção de desastres, Cidades inteligentes, Infraestrutura crítica.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o processo de urbanização acelerada tem transformado profundamente a dinâmica das cidades, ampliando tanto suas oportunidades de desenvolvimento quanto suas vulnerabilidades frente a riscos múltiplos. O crescimento demográfico, a expansão de infraestruturas críticas, a intensificação das atividades econômicas e a crescente interdependência entre sistemas sociais, ambientais e tecnológicos configuram um cenário urbano marcado por complexidade e incertezas (Suárez et al., 2024). Essa realidade torna os ambientes urbanos mais suscetíveis a choques e estresses, incluindo desastres naturais, falhas tecnológicas, crises socioeconômicas e eventos disruptivos de grande escala, cujos impactos ultrapassam fronteiras locais e atingem cadeias globais de suprimentos e fluxos de interconectividade (Wang & Sua, 2024).

O problema central reside na constatação de que as cidades, apesar de concentrarem recursos, inovação e capacidade de resposta, também acumulam vulnerabilidades estruturais e sociais que potencializam o risco de desastres. Eventos como inundações, deslizamentos, ondas de calor, colapsos em infraestruturas críticas e crises sanitárias, quando não devidamente previstos e mitigados, tendem a provocar danos em cascata, afetando de forma desproporcional populações vulneráveis e comprometendo o funcionamento de serviços essenciais (Yang et al., 2023). A interdependência entre sistemas urbanos faz com que falhas em um setor — como transporte, energia ou telecomunicações — rapidamente repercutam em outros, ampliando os efeitos adversos e dificultando a recuperação (Carramiñana et al., 2024).

A justificativa para aprofundar a discussão sobre a gestão de riscos urbanos encontra respaldo na urgência de alinhar políticas públicas às diretrizes internacionais que destacam a resiliência urbana como um dos pilares do desenvolvimento sustentável. Documentos como a Agenda 2030 das Nações Unidas, especialmente o ODS 11, e o Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, reforçam a necessidade de incorporar estratégias preventivas, participativas e baseadas em evidências nos

processos de planejamento urbano (Suárez et al., 2024). Além disso, a literatura recente demonstra que a falta de integração entre abordagens setoriais, a escassez de dados atualizados e a baixa interoperabilidade tecnológica entre órgãos públicos ainda são obstáculos significativos para uma gestão eficaz (Nguyen et al., 2024).

O objetivo deste trabalho é propor uma abordagem integrada de gestão de riscos voltada à prevenção e mitigação de desastres em ambientes urbanos, incorporando conceitos de resiliência, metodologias de análise multicritério e tecnologias de cidades inteligentes. Busca-se estruturar um modelo que permita mapear vulnerabilidades, identificar ameaças, simular cenários e apoiar processos de decisão em múltiplas escalas — do bairro à metrópole — articulando dimensões socioeconômicas, ambientais, infraestruturais e institucionais (Narieswari et al., 2022). Essa integração é crucial para que os gestores urbanos possam priorizar intervenções, otimizar recursos e desenvolver políticas baseadas em dados, fortalecendo a capacidade adaptativa e de resposta das cidades (Bittencourt et al., 2024).

As contribuições deste estudo situam-se em diferentes níveis. No plano conceitual, busca-se consolidar um corpo teórico capaz de explicar a evolução da resiliência urbana a partir de múltiplas perspectivas e escalas, integrando teorias de sistemas complexos, governança adaptativa e infraestrutura inteligente (Yang et al., 2023). No plano metodológico, a pesquisa evidencia o potencial de ferramentas como a modelagem híbrida, os índices compostos de resiliência e a análise espaço-temporal para fornecer diagnósticos mais precisos e preditivos sobre os riscos urbanos (Carramiñana et al., 2024). Já no plano prático, aponta-se para soluções aplicáveis que podem ser adotadas por gestores públicos, como o uso de plataformas abertas de monitoramento baseadas em BIM, SIG e IoT, bem como a incorporação de normas internacionais de infraestrutura comunitária inteligente (Hong et al., 2024).

Entre as soluções identificadas, destacam-se três eixos estratégicos principais. O primeiro refere-se ao monitoramento contínuo e preditivo, por meio da integração de sensores, dados geoespaciais e algoritmos de análise, capazes de identificar padrões de risco em tempo real e antecipar crises (Bittencourt et al., 2024). O segundo eixo diz respeito à governança participativa e multiescalar, que assegura a inclusão de múltiplos atores — governos, comunidades e setor privado — no processo decisório, ampliando a legitimidade e eficácia das políticas (Suárez et al., 2024). O terceiro eixo envolve a adoção de padrões internacionais e interoperabilidade tecnológica, condição essencial para que cidades possam compartilhar dados, cooperar em redes globais e garantir eficiência na aplicação de soluções de prevenção e mitigação (Nguyen et al., 2024).

Portanto, ao reunir evidências científicas recentes e propor um modelo de integração entre metodologias, indicadores e tecnologias, este trabalho busca avançar na construção de uma base sólida para a prevenção de desastres em cidades contemporâneas. Mais do que reagir a crises, trata-se de consolidar um paradigma preventivo, adaptativo e sistêmico, que transforme os riscos em oportunidades para inovação, cooperação e fortalecimento da resiliência urbana (Mohammadi et al., 2024).

OBJETIVO DO TRABALHO

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver uma abordagem integrada para a gestão de riscos voltada à prevenção e mitigação de desastres urbanos, incorporando conceitos e ferramentas de resiliência urbana, análise multicritério e tecnologias de cidades inteligentes. Busca-se propor um modelo que permita identificar, avaliar e monitorar vulnerabilidades e ameaças em múltiplas escalas, considerando dimensões socioeconômicas, ambientais, infraestruturais e institucionais, a fim de apoiar processos de tomada de decisão baseados em dados. A proposta visa fortalecer a capacidade adaptativa e de resposta das cidades frente a eventos adversos — sejam eles naturais, tecnológicos ou socioeconômicos — por meio da integração de metodologias de avaliação espacial e temporal de riscos, simulação de cenários, padrões internacionais de infraestrutura comunitária inteligente e sistemas de informação para gestão integrada.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo apresenta caráter qualitativo, exploratório e analítico, fundamentando-se em revisão bibliográfica e documental de estudos científicos recentes relacionados à gestão de riscos e à resiliência urbana frente a desastres. A coleta de dados foi realizada na base de dados Scopus, escolhida por sua ampla cobertura de publicações científicas internacionais e por permitir acesso a periódicos de alto fator de impacto em áreas multidisciplinares. Foram definidos descritores em inglês e português, combinando termos relacionados a “urban resilience”, “risk management”, “disaster prevention” e “smart cities”, estruturados por meio de operadores booleanos (“AND” e “OR”) para ampliar e refinar os resultados.

O recorte temporal priorizou publicações entre 2019 e 2024, considerando a relevância de estudos contemporâneos que incorporam avanços tecnológicos, integração de sistemas inteligentes e novas estratégias de mitigação de riscos urbanos. Como critérios de inclusão, foram selecionados artigos completos publicados em periódicos revisados por pares, alinhados diretamente ao escopo do estudo e que apresentassem abordagens metodológicas aplicadas ou modelos conceituais replicáveis. Foram excluídos trabalhos que não possuíam relação direta com a gestão de riscos em contextos urbanos ou que apresentassem caráter estritamente técnico sem análise integrada dos aspectos socioeconômicos e ambientais.

Após a coleta, as publicações foram organizadas em um banco de dados para análise qualitativa, utilizando fichas de leitura para extração de informações-chave, tais como objetivos, métodos empregados, indicadores de resiliência ou vulnerabilidade, tecnologias adotadas, resultados obtidos e recomendações propostas. Essa sistematização permitiu identificar padrões, lacunas e tendências nas abordagens internacionais de gestão de riscos e prevenção de desastres urbanos. As informações foram, então, analisadas de forma comparativa, possibilitando a construção de um panorama crítico sobre as metodologias, ferramentas e práticas mais relevantes e sua aplicabilidade ao contexto estudado.

RESULTADOS

A análise dos estudos identificados na base Scopus evidenciou que a gestão de riscos urbanos voltada à prevenção de desastres vem evoluindo para abordagens cada vez mais integradas, que combinam dimensões físicas, sociais, ambientais e institucionais. Verificou-se que os modelos mais recentes incorporam indicadores compostos para avaliar a resiliência urbana, permitindo mensurar a capacidade de absorver, adaptar-se e recuperar-se diante de eventos adversos. Essa abordagem é fortemente alinhada às metas e indicadores da Agenda 2030, em especial ao ODS 11, que trata de cidades e comunidades sustentáveis, e reconhece a necessidade de integrar a redução de riscos a políticas de desenvolvimento urbano e ordenamento territorial (Suárez et al., 2024; Yang et al., 2023; Mohammadi et al., 2024).

Outro resultado relevante refere-se à importância da modelagem baseada em dados para apoiar a tomada de decisão. Estudos demonstram que a aplicação de sistemas híbridos de simulação, que combinam modelagem baseada em agentes e redes, pode representar de forma mais precisa as interdependências entre infraestruturas críticas e o comportamento social em cenários de crise. Essa capacidade de simular impactos e testar estratégias de mitigação antes de sua implementação prática permite que gestores priorizem intervenções mais eficazes e economicamente viáveis, reduzindo falhas operacionais e riscos sistêmicos (Carramiñana et al., 2024; Bittencourt et al., 2024; Wang & Sua, 2024).

A avaliação espaço-temporal da vulnerabilidade urbana desponta como ferramenta estratégica, permitindo identificar áreas mais expostas a riscos em função da densidade populacional, uso e ocupação do solo, e presença de equipamentos urbanos críticos. O uso de algoritmos de agrupamento (clustering), aliado a dados georreferenciados e análises temporais, possibilita compreender as dinâmicas de risco ao longo do dia e em diferentes épocas do ano, otimizando a alocação de recursos e a preparação das equipes de resposta (Bittencourt et al., 2024; Partigöç & Dinçer, 2024; Narieswari et al., 2022).

A integração de plataformas tecnológicas abertas, combinando Building Information Modeling (BIM), Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e sensores IoT, revelou-se uma tendência promissora para o monitoramento contínuo de riscos em ambientes urbanos complexos, como edificações de grande porte e áreas de alta densidade. Essa integração proporciona visualizações tridimensionais e atualizações em tempo real, otimizando rotas de evacuação e estratégias de resposta, além de facilitar a colaboração entre diferentes órgãos e stakeholders durante emergências (Hong et al., 2024; Nguyen et al., 2024; Mohammadi et al., 2024).

No campo da governança, os resultados apontam que a resiliência urbana não depende apenas de infraestrutura robusta, mas também da capacidade institucional de coordenar políticas e ações de forma transversal entre setores e níveis de governo. Experiências documentadas mostram que cidades com estruturas de governança mais participativas e mecanismos claros de articulação interinstitucional apresentam maior eficácia na prevenção e mitigação de desastres. Essa perspectiva ressalta a necessidade de alinhar planos de redução de riscos com estratégias de desenvolvimento socioeconômico e inclusão social (Suárez et al., 2024; Yang et al., 2023; Carramiñana et al., 2024).

A análise dos casos internacionais também evidenciou que a adoção de padrões e normas técnicas internacionais, como as desenvolvidas pela ISO para infraestrutura comunitária inteligente, contribui significativamente para uniformizar critérios de segurança, eficiência e interoperabilidade tecnológica. Tais padrões favorecem a cooperação internacional, facilitam a transferência de tecnologia e promovem a inovação em soluções de prevenção de riscos, além de reduzir custos e ampliar a competitividade global das cidades que os adotam (Nguyen et al., 2024; Hong et al., 2024; Mohammadi et al., 2024).

Outro achado central foi a constatação de que a análise multiescalar da resiliência urbana — considerando bairros, cidades, aglomerados urbanos e regiões — permite identificar padrões de vulnerabilidade que não seriam visíveis em estudos restritos a uma única escala. Essa abordagem possibilita compreender a evolução da resiliência ao longo do ciclo adaptativo das cidades, permitindo que estratégias sejam ajustadas conforme o estágio de desenvolvimento e capacidade de resposta de cada localidade (Yang et al., 2023; Suárez et al., 2024; Narieswari et al., 2022).

Por fim, verificou-se que a incorporação de lições aprendidas de eventos passados, associada a ferramentas de previsão e análise de cenários, potencializa a capacidade adaptativa das cidades. Modelos que utilizam séries temporais, indicadores econômicos e dados climáticos têm se mostrado eficazes para antecipar crises e planejar respostas coordenadas, minimizando os impactos de interrupções em cadeias de suprimentos, colapsos de infraestrutura e desastres naturais (Wang & Sua, 2024; Bittencourt et al., 2024; Partigöç & Dinçer, 2024).

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo propor uma abordagem integrada para a gestão de riscos voltada à prevenção e mitigação de desastres urbanos, utilizando como base teórica e empírica a análise de publicações científicas recentes identificadas na base de dados Scopus. Buscou-se reunir evidências e modelos conceituais que permitissem compreender de forma holística as vulnerabilidades urbanas, integrando dimensões socioeconômicas, ambientais, tecnológicas e institucionais. Essa perspectiva foi guiada pela necessidade de alinhar as práticas de gestão de riscos com políticas de desenvolvimento urbano sustentável e resiliente, em consonância com as diretrizes globais, como a Agenda 2030 e o Sendai Framework for Disaster Risk Reduction.

A síntese dos resultados revelou que a literatura recente converge para um modelo de gestão de riscos que se afasta das abordagens setoriais e fragmentadas, caminhando para metodologias que incorporam dados em tempo real, simulação de cenários, indicadores compostos e integração tecnológica. Observou-se que as práticas mais inovadoras combinam monitoramento contínuo por meio de sensores IoT, modelagem BIM/SIG e análise espaço-temporal para mapear vulnerabilidades e otimizar recursos de resposta. Além disso, os estudos reforçam que a resiliência urbana não depende apenas de investimentos em infraestrutura, mas também de arranjos institucionais robustos,

governança participativa e adoção de padrões internacionais para garantir interoperabilidade e eficiência nos processos de prevenção e mitigação.

As contribuições deste trabalho se manifestam em três níveis. Primeiro, no nível conceitual, ao reunir e sistematizar evidências científicas que sustentam a adoção de uma abordagem multidimensional para a gestão de riscos urbanos, oferecendo um panorama crítico que conecta teorias de resiliência, ferramentas tecnológicas e práticas de governança. Segundo, no nível metodológico, ao demonstrar a relevância do uso de bases de dados abrangentes, como a Scopus, e a aplicação de filtros criteriosos para garantir que os estudos analisados apresentassem não apenas rigor científico, mas também aplicabilidade prática no contexto urbano. Terceiro, no nível aplicado, ao destacar estratégias e soluções concretas — como a integração de plataformas abertas, a análise multiescalar e a utilização de indicadores compostos — que podem ser incorporadas por gestores públicos, planejadores urbanos e formuladores de políticas na formulação de planos de prevenção e resposta a desastres.

Entretanto, o estudo apresenta algumas limitações que precisam ser reconhecidas. Em primeiro lugar, a análise foi restrita às publicações indexadas na base Scopus, o que, embora garanta alto rigor acadêmico, pode ter excluído trabalhos relevantes disponíveis em outras bases ou na literatura cinzenta (relatórios técnicos, diretrizes institucionais, estudos de caso não publicados). Em segundo lugar, o recorte temporal adotado, embora justificado pela busca de atualidade (2019-2024), pode ter deixado de considerar contribuições teóricas anteriores que ainda mantêm relevância para o campo. Além disso, o estudo concentrou-se na análise qualitativa e comparativa dos trabalhos encontrados, não avançando para a validação empírica de um modelo próprio por meio de aplicação prática em um estudo de caso real.

Diante desses limites, abrem-se oportunidades para pesquisas futuras que possam aprofundar e expandir as contribuições aqui apresentadas. Recomenda-se a realização de estudos empíricos que testem, em contextos urbanos específicos, a eficácia dos modelos integrados de gestão de riscos identificados nesta pesquisa, incorporando variáveis locais e culturais que influenciem a resiliência. Sugere-se também a ampliação da análise para incluir outras bases de dados internacionais, bem como documentos técnicos e normativos emitidos por organizações multilaterais e agências especializadas em gestão de riscos. Outra frente promissora é a integração de métodos de análise quantitativa e modelagem preditiva, que permitam não apenas mapear vulnerabilidades atuais, mas também antecipar tendências e mudanças no padrão de risco em função de variáveis como crescimento populacional, alterações climáticas e transformações econômicas.

Em síntese, este trabalho reforça que a prevenção e mitigação de desastres urbanos demandam uma visão sistêmica, fundamentada em dados e articulada com as dimensões políticas, sociais e tecnológicas da cidade contemporânea. Ao consolidar as principais evidências científicas recentes e indicar caminhos para aplicação prática e investigação futura, a pesquisa contribui para fortalecer as bases teóricas e metodológicas necessárias para que cidades ao redor do mundo avancem na construção de ambientes urbanos mais seguros, adaptativos e capazes de enfrentar os desafios impostos por um cenário global cada vez mais complexo e interconectado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITTENCOURT, João Carlos N.; COSTA, Daniel G.; PORTUGAL, Paulo; VASQUES, Francisco. **A data-driven clustering approach for assessing spatiotemporal vulnerability to urban emergencies.** *Sustainable Cities and Society*, v. 108, 105477, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105477>.
2. CARRAMIÑANA, David; BERNARDOS, Ana M.; BESADA, Juan A.; CASAR, José R. **Towards resilient cities: A hybrid simulation framework for risk mitigation through data-driven decision making.** *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 133, 102924, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2024.102924>.

3. HONG, Changhee; PARK, Sangmi; JU, Kibeom; LEE, Jaewook. **An Open Disaster Information Platform, Methodology, and Visualization for High-Rise and Complex Facilities.** *Buildings*, v. 14, n. 4047, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14124047>.
4. MOHAMMADI, Soheil; DE ANGELI, Silvia; BONI, Giorgio; PIRLONE, Francesca; CATTARI, Serena. **Current approaches and critical issues in multi-risk recovery planning of urban areas exposed to natural hazards.** *Natural Hazards and Earth System Sciences*, v. 24, p. 79–107, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5194/nhess-24-79-2024>.
5. NARIESWARI, Lalitya; SITORUS, Santun R. P.; HARDJOMIDJOJO, Hartrisari; PUTRI, Eka Intan Kumala. **Spatial Dynamic Model of Index-Based Disaster Resilience.** *Journal of Regional and City Planning*, v. 33, n. 3, p. 405-420, 2022. DOI: <https://doi.org/10.5614/jpwk.2022.33.3.7>.
6. NGUYEN, David N.; USUDA, Yuichiro; IMAMURA, Fumihiko. **Gaps in and Opportunities for Disaster Risk Reduction in Urban Areas Through International Standardization of Smart Community Infrastructure.** *Sustainability*, v. 16, n. 9586, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219586>.
7. PARTIGÖÇ, Nur Sinem; DİNÇER, Ceyhun. **The Multi-Disaster risk assessment: A-GIS based approach for Izmir City.** *International Journal of Engineering and Geosciences*, v. 9, n. 1, p. 61-76, 2024. DOI: <https://doi.org/10.26833/ijeg.1295657>.
8. SUÁREZ, Marta; BENAYAS, Javier; JUSTEL, Ana; SISTO, Raffaele; MONTES, Carlos; SANZ-CASADO, Elías. **A holistic index-based framework to assess urban resilience: Application to the Madrid Region, Spain.** *Ecological Indicators*, v. 166, 112293, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112293>.
9. WANG, Haibo; SUA, Lutfu S. **Urban Resilience Amid Supply Chain Disruptions: A Causal and Cointegration-Based Risk Model for G-7 Cities Post-COVID-19.** *Urban Science*, v. 8, n. 223, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/urbansci8040223>.
10. YANG, Hainan; SU, Huizhen; YANG, Liangjie. **Evolution of Urban Resilience from a Multiscale Perspective: Evidence from Five Provinces in Northwest China.** *Complexity*, v. 2023, Article ID 2352094, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1155/2023/2352094>.