

GESTÃO DE RISCOS EM CIDADES INTELIGENTES: ABORDAGEM INTEGRADA PARA AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DE VULNERABILIDADES URBANAS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.16.25.XI-031>

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 dos ambientes urbanos e a intensificação de ameaças naturais, tecnológicas e socioeconômicas reforçam a importância de estratégias de gestão de riscos capazes de garantir a resiliência e a sustentabilidade das cidades. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma abordagem integrada de gestão de riscos para cidades inteligentes, visando identificar, avaliar e mitigar vulnerabilidades urbanas por meio de metodologias baseadas em dados, modelagem e indicadores de resiliência. O objeto de estudo consistiu na análise de dez artigos científicos recentes, selecionados na base de dados Scopus, com foco em múltiplas ameaças e em soluções aplicáveis à governança urbana. A metodologia envolveu busca sistemática, aplicação de critérios de inclusão e exclusão, leitura integral e extração de informações relevantes, organizadas em matrizes comparativas. Os resultados indicaram que a integração de indicadores multidimensionais, análises espaço-temporais, simulações híbridas, plataformas abertas de informação e padrões internacionais potencializa a capacidade adaptativa e a recuperação pós-desastre. Conclui-se que a consolidação de práticas baseadas em dados, interoperabilidade tecnológica e governança integrada representa um avanço significativo para a gestão de riscos em cidades inteligentes, contribuindo para torná-las mais seguras, adaptáveis e sustentáveis no longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de riscos, resiliência urbana, cidades inteligentes, modelagem baseada em dados, múltiplas ameaças.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as cidades vêm enfrentando um cenário de vulnerabilidades crescentes, provocado por processos de urbanização acelerada, mudanças climáticas e pela interdependência crítica de suas infraestruturas, o que reforça a necessidade de metodologias robustas de gestão de riscos que contemplem tanto ameaças naturais quanto tecnológicas e socioeconômicas (Suárez et al., 2024). Fenômenos como enchentes urbanas, ondas de calor extremo, falhas em cadeias de suprimentos, incêndios em áreas construídas e interrupções em serviços essenciais têm demonstrado como eventos adversos se propagam em cascata, impactando múltiplas dimensões da vida urbana e expondo lacunas significativas nas abordagens tradicionais de mitigação (Carramiñana et al., 2024). Nesse contexto, a resiliência urbana deixa de ser apenas um conceito normativo ou aspiracional e passa a configurar um imperativo prático, relacionado diretamente à continuidade de serviços, proteção da vida humana e manutenção da estabilidade econômica local (Bittencourt et al., 2024). O problema central que se coloca é a fragmentação das práticas de gestão de riscos, que em grande parte ainda são setoriais, pouco integradas e com baixa utilização de recursos tecnológicos de análise espacial e temporal, dificultando a antecipação de cenários e a coordenação interinstitucional (Partigöç & Dinçer, 2024). Embora algumas cidades tenham avançado na adoção de planos multirrisco, ainda prevalecem metodologias isoladas que tratam enchentes, deslizamentos, falhas de energia ou crises sanitárias como fenômenos independentes, desconsiderando as interações e efeitos cumulativos entre esses eventos (Narieswari et al., 2022). Essa lacuna metodológica compromete

tanto a eficácia das ações preventivas quanto a velocidade e eficiência das respostas pós-desastre, gerando elevados custos sociais, ambientais e econômicos para os centros urbanos (Hong et al., 2024). A justificativa para o desenvolvimento de novas abordagens integradas reside no fato de que cidades inteligentes, ao incorporarem tecnologias emergentes como Internet das Coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial e plataformas abertas de informação, oferecem condições inéditas para aprimorar a governança de riscos urbanos (Yang et al., 2023). Ferramentas de modelagem e simulação, combinadas a indicadores multidimensionais de resiliência, possibilitam não apenas identificar áreas mais vulneráveis, mas também planejar medidas corretivas e preventivas ajustadas ao contexto local (Mohammadi et al., 2024). Ao mesmo tempo, a adoção de padrões internacionais e a interoperabilidade tecnológica entre diferentes sistemas favorecem a padronização de práticas, a redução de custos e a transferência de soluções inovadoras entre cidades de diferentes países (Nguyen et al., 2024).

O objetivo do presente trabalho é desenvolver uma abordagem integrada de gestão de riscos em cidades inteligentes, capaz de identificar, avaliar e mitigar vulnerabilidades urbanas frente a múltiplas ameaças — naturais, tecnológicas e socioeconômicas — por meio de metodologias baseadas em dados, modelagem e indicadores de resiliência (Suárez et al., 2024). Essa proposta busca apoiar gestores públicos e demais atores urbanos na tomada de decisão, disponibilizando instrumentos analíticos que permitam compreender os riscos em escala espaço-temporal, testar cenários alternativos e adotar medidas preventivas com maior eficácia (Carramiñana et al., 2024). Ao integrar diferentes dimensões — sociais, econômicas, ambientais, institucionais e tecnológicas —, a abordagem aqui defendida pretende ampliar a capacidade adaptativa das cidades e reduzir sua vulnerabilidade frente a eventos disruptivos (Yang et al., 2023).

As contribuições deste estudo concentram-se em três eixos principais: (i) a sistematização de metodologias recentes de análise de riscos aplicadas ao contexto urbano, organizadas em matrizes comparativas; (ii) a identificação de boas práticas que combinam modelagem espacial, simulações híbridas, plataformas abertas e índices compostos de resiliência; e (iii) a proposição de soluções interoperáveis que favorecem a governança integrada e a tomada de decisão baseada em dados (Bittencourt et al., 2024). Essa sistematização permite não apenas compreender a evolução do campo científico, mas também oferecer subsídios aplicáveis ao planejamento urbano, especialmente em países que enfrentam rápida urbanização e restrições orçamentárias (Mohammadi et al., 2024).

Em termos de soluções, destaca-se a relevância da integração de múltiplas técnicas, como a utilização de análises espaço-temporais para mapear vulnerabilidades em diferentes horários e dias da semana, o emprego de plataformas abertas que combinam BIM, GIS e IoT para otimizar rotas de evacuação e coordenar múltiplos atores, e a adoção de padrões internacionais como suporte à interoperabilidade de sistemas (Hong et al., 2024). Além disso, modelos preditivos baseados em indicadores econômicos e análises de cadeias de suprimentos podem auxiliar na formulação de políticas voltadas à resiliência econômica, uma dimensão muitas vezes negligenciada em planos de redução de riscos (Wang & Sua, 2024). Essas soluções, articuladas em uma perspectiva integrada, ampliam a capacidade de resposta e recuperação das cidades e consolidam uma agenda inovadora para a gestão de riscos urbanos no século XXI (Nguyen et al., 2024).

Assim, esta introdução delineia o percurso investigativo e evidencia a relevância de se avançar em práticas integradas e orientadas por dados, reforçando que apenas por meio da combinação de metodologias analíticas, ferramentas tecnológicas e padrões internacionais será possível consolidar cidades inteligentes mais resilientes, seguras e adaptáveis frente às múltiplas ameaças contemporâneas (Suárez et al., 2024; Carramiñana et al., 2024; Mohammadi et al., 2024).

OBJETIVO DO TRABALHO

Desenvolver uma abordagem integrada de gestão de riscos para cidades inteligentes, capaz de identificar, avaliar e mitigar vulnerabilidades urbanas frente a múltiplas ameaças — naturais, tecnológicas e socioeconômicas — utilizando metodologias baseadas em dados, modelagem e indicadores de resiliência. A proposta busca apoiar a tomada de decisão de gestores públicos e demais

atores urbanos por meio de ferramentas que combinem avaliação espacial e temporal de riscos, simulação de cenários, plataformas de informação e padrões internacionais de infraestrutura inteligente, de forma a fortalecer a capacidade adaptativa, a recuperação pós-desastre e a sustentabilidade das cidades.

METODOLOGIA

A condução deste estudo adotou uma abordagem qualitativa e quantitativa combinada, fundamentada em levantamento bibliográfico e análise documental, visando consolidar evidências científicas recentes sobre gestão de riscos em cidades inteligentes. A busca e seleção das publicações foi realizada exclusivamente na base de dados Scopus, reconhecida por sua abrangência internacional e relevância acadêmica, contemplando artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares.

O processo de busca empregou combinações de palavras-chave em inglês e português, relacionadas a "risk management", "urban resilience", "smart cities", "disaster risk reduction" e "data-driven decision making", incluindo também termos específicos como "GIS-based analysis", "multi-hazard assessment" e "spatiotemporal vulnerability". Foram aplicados filtros para restringir os resultados a publicações dos últimos cinco anos, assegurando a atualização das informações e a aderência às tendências mais recentes em avaliação e mitigação de riscos urbanos.

A triagem inicial considerou título, resumo e palavras-chave, eliminando duplicatas e estudos fora do escopo temático. Na etapa seguinte, realizou-se leitura integral dos artigos para verificar sua pertinência e qualidade metodológica. Os critérios de inclusão contemplaram: (i) foco em riscos múltiplos (naturais, tecnológicos ou socioeconômicos) em contexto urbano; (ii) emprego de metodologias baseadas em dados, modelagem ou indicadores; (iii) discussões aplicáveis à governança e tomada de decisão em cidades inteligentes ou resilientes. Foram excluídos estudos com escopo exclusivamente rural ou com limitações metodológicas significativas.

Ao final, foram selecionados dez artigos que atendiam integralmente aos critérios estabelecidos, abrangendo diferentes enfoques metodológicos, como desenvolvimento de índices compostos de resiliência, integração de simulações híbridas para apoio à decisão, análises de vulnerabilidade espaço-temporal, uso de sistemas de informação geográfica para avaliação multiameaça, modelagem espacial de indicadores de resiliência, plataformas abertas para integração BIM/GIS e resposta multi-hazard, análises multiescala da evolução da resiliência urbana, planejamento de recuperação pós-desastre considerando riscos múltiplos, aplicação de padrões internacionais de infraestrutura inteligente para redução de riscos e modelos econômicos para resiliência frente a disrupções em cadeias de suprimentos.

Os dados extraídos desses estudos foram organizados em matrizes comparativas, permitindo identificar convergências e divergências metodológicas, assim como lacunas de pesquisa. Essa sistematização possibilitou integrar diferentes abordagens — desde análises espaciais e temporais até frameworks normativos e de governança — compondo um panorama abrangente das estratégias de gestão de riscos aplicáveis a cidades inteligentes.

RESULTADOS

A análise integrada dos dez estudos selecionados evidenciou que a gestão de riscos em cidades inteligentes requer abordagens multidimensionais que articulem indicadores socioeconômicos, ambientais, tecnológicos e institucionais. O estudo de Suárez et al. apresentou um Índice de Resiliência Urbana que sintetiza 42 indicadores distribuídos em seis características-chave — diversidade, autossuficiência, governança policêntrica, coesão social, aprendizado e inovação, e justiça socioecológica — permitindo mensurar a resiliência em múltiplas dimensões. Os resultados mostraram que, embora aspectos ecológicos sejam fortemente determinados por fatores geomorfológicos, estratégias sociais e físicas podem compensar fragilidades naturais, sugerindo a necessidade de uma leitura holística da resiliência urbana (Suárez et al., 2024).

Carramiñana et al. reforçaram que a complexidade e interdependência dos sistemas urbanos — compostos por múltiplas infraestruturas críticas — demandam metodologias capazes de representar a dinâmica interna e as interações entre sistemas. Seu framework de simulação híbrida, combinando modelagem baseada em agentes e modelagem de redes, demonstrou que a integração de métricas em diferentes níveis de agregação (entidade, sistema e cidade) facilita a compreensão dos impactos de ameaças e permite a avaliação prévia de estratégias de mitigação. O estudo destacou, ainda, que simulações aceleradas em tempo discreto auxiliam na análise de cenários e suportam decisões em tempo hábil, um aspecto crítico para a resiliência urbana (Carramiñana et al., 2024).

No trabalho de Bittencourt et al., observou-se a aplicação de análise de clusters espaciais e temporais para avaliar a vulnerabilidade de regiões urbanas frente a emergências. A metodologia, fundamentada em dados georreferenciados e obtidos de bases abertas como o OpenStreetMap, possibilitou a identificação de padrões dinâmicos de risco ao longo do dia e da semana. A integração de variáveis temporais permitiu evidenciar que áreas de alta densidade populacional durante horários de pico apresentam vulnerabilidade elevada a eventos críticos, exigindo estratégias específicas para mitigação e resposta. Os resultados destacaram a importância de considerar tanto a dimensão espacial quanto a temporal na gestão de riscos (Bittencourt et al., 2024).

Partigöç e Dinçer desenvolveram uma avaliação multiameaça para a cidade de Izmir utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o método Weighted Overlap. A análise incorporou elementos do ambiente natural e construído, gerando mapas temáticos de risco para diferentes tipos de desastre, incluindo enchentes, deslizamentos, incêndios florestais e aumento do nível do mar. A comparação com o Plano Provincial de Redução de Riscos de Desastres (IRAP) mostrou alta coerência entre as áreas críticas identificadas pela pesquisa e as prioridades estabelecidas localmente, reforçando o valor das análises geoespaciais como suporte à formulação de políticas (Partigöç & Dinçer, 2024).

Narieswari et al. aplicaram um modelo espacial dinâmico baseado em índice para mapear a resiliência urbana a desastres em Semarang, Indonésia, no nível de subdistritos. Foram identificados cinco grandes domínios de resiliência: social, econômico, infraestrutura, ambiental e institucional. Os resultados indicaram que 88% dos subdistritos apresentaram resiliência moderada, com forte heterogeneidade espacial entre áreas costeiras, planas e de relevo acidentado. Essa granularidade permitiu identificar prioridades de intervenção, com destaque para o fortalecimento das dimensões ambiental e institucional em áreas vulneráveis (Narieswari et al., 2022).

Hong et al. apresentaram uma plataforma aberta de informações para desastres em edifícios altos e instalações complexas, integrando BIM (Building Information Modeling), GIS e sensores IoT. A aplicação em cenários reais demonstrou ganhos na coordenação multiagência, otimização de rotas de evacuação e resposta a múltiplas ameaças simultâneas. A plataforma permitiu simulações pré-evento e análises pós-evento, além de integrar visualizações 3D e suporte a dispositivos móveis, fortalecendo a tomada de decisão em tempo real (Hong et al., 2024).

Yang et al. analisaram a evolução da resiliência urbana em cinco províncias do noroeste da China, utilizando o modelo de ciclo adaptativo para identificar seis estágios de desenvolvimento: exploração rápida, exploração-conservação, conservação estável, conservação-liberação, reorganização do desenvolvimento e reorganização-exploração. A pesquisa evidenciou que regiões mais resilientes tendem a manter trajetórias estáveis ou progressivas, enquanto regiões vulneráveis alternam entre ciclos de reorganização e exploração, necessitando de políticas adaptativas específicas (Yang et al., 2023).

Mohammadi et al. revisaram criticamente as abordagens atuais para o planejamento de recuperação multi-risco em áreas urbanas, identificando lacunas na integração entre planejamento pré-desastre e estratégias de reconstrução. O estudo destacou que a recuperação eficiente não depende apenas da reposição de infraestruturas, mas também do fortalecimento de capacidades sociais e institucionais para reduzir a vulnerabilidade futura, apontando que abordagens multiriscos ainda são pouco utilizadas na prática (Mohammadi et al., 2024).

Nguyen et al. exploraram as oportunidades de padronização internacional de infraestrutura comunitária inteligente, com ênfase na redução de riscos de desastres urbanos. Os autores argumentam que normas internacionais, como as desenvolvidas pela ISO, permitem harmonizar requisitos técnicos, reduzir custos e facilitar a transferência de tecnologia, contribuindo para maior resiliência e sustentabilidade. A pesquisa também indicou que a adoção de tais padrões fortalece a interoperabilidade entre sistemas de monitoramento e resposta (Nguyen et al., 2024).

Por fim, Wang e Sua analisaram os impactos das disrupções nas cadeias de suprimentos em cidades do G-7 no período pós-COVID-19, utilizando testes de causalidade de Granger e modelos fator-augmented VAR (FAVAR). Os resultados confirmaram relações causais significativas entre indicadores econômicos urbanos e a resiliência das cadeias de suprimento, demonstrando que o Composite Leading Indicator (CLI) pode servir como preditor antecipado de tendências econômicas urbanas. Isso oferece subsídios valiosos para o desenvolvimento de estratégias preventivas e de recuperação econômica (Wang & Sua, 2024).

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo central desenvolver uma abordagem integrada de gestão de riscos voltada às cidades inteligentes, considerando a necessidade urgente de identificar, avaliar e mitigar vulnerabilidades urbanas frente a múltiplas ameaças — sejam elas de natureza natural, tecnológica ou socioeconômica. Essa retomada do objetivo evidencia a preocupação em alinhar práticas de gestão de riscos a um contexto urbano cada vez mais dinâmico, interconectado e suscetível a choques sistêmicos. Ao propor a utilização de metodologias baseadas em dados, modelagem e indicadores de resiliência, buscou-se oferecer instrumentos teóricos e práticos que possam apoiar gestores públicos, planejadores urbanos e formuladores de políticas no fortalecimento da capacidade adaptativa das cidades.

A análise dos dez artigos selecionados na base Scopus permitiu construir uma síntese abrangente do estado da arte em gestão de riscos urbanos, destacando convergências e inovações metodológicas. Observou-se que os estudos recentes convergem para um modelo de gestão que se afasta das abordagens fragmentadas, tradicionalmente setoriais, e caminham em direção a metodologias integradas, capazes de lidar simultaneamente com riscos múltiplos. Essa integração manifesta-se em práticas como a utilização de indicadores multidimensionais que articulam variáveis sociais, ambientais, econômicas e institucionais; em análises espaço-temporais que captam a variabilidade das vulnerabilidades ao longo do tempo e do espaço urbano; em simulações híbridas que combinam diferentes técnicas de modelagem para prever cenários; e na adoção de padrões internacionais que garantem interoperabilidade e comparabilidade de dados entre diferentes contextos.

Dentre os principais resultados, destaca-se que a combinação dessas metodologias constitui um caminho promissor para fortalecer não apenas a capacidade de prevenção e preparação, mas também os processos de resposta e recuperação pós-desastre em ambientes urbanos complexos. Em outras palavras, a literatura analisada confirma que cidades que incorporam práticas de governança integrada, apoiadas em evidências científicas e tecnologias emergentes, apresentam maior potencial de resiliência e menor tempo de retorno à normalidade após eventos adversos. Essa constatação valida a premissa inicial deste estudo de que soluções isoladas não são suficientes diante da natureza interdependente das infraestruturas e dos sistemas urbanos contemporâneos.

No que se refere às contribuições, este artigo oferece avanços tanto no campo teórico quanto no campo aplicado. Teoricamente, o trabalho sistematiza diferentes abordagens científicas recentes, apresentando um panorama comparativo que facilita a compreensão das tendências atuais e das lacunas existentes na gestão de riscos urbanos. Essa sistematização, organizada em matrizes comparativas, permite visualizar como distintos métodos podem ser articulados de maneira complementar, evidenciando a riqueza de soluções disponíveis na literatura. Do ponto de vista prático, o estudo destaca boas práticas que podem ser incorporadas à realidade das cidades inteligentes, como a utilização de plataformas abertas de informação que integram BIM, GIS e IoT; a aplicação de índices compostos para mensuração da resiliência; e o emprego de simulações híbridas

para subsidiar a tomada de decisão em tempo real. Tais práticas, ao serem implementadas, podem aumentar significativamente a eficiência da gestão de riscos, reduzir custos e salvar vidas em situações críticas.

Ainda no campo das contribuições, este artigo reforça a importância das soluções interoperáveis, sustentadas por dados e apoiadas em ferramentas tecnológicas avançadas. Ao enfatizar a interoperabilidade, a pesquisa aponta para a necessidade de superar barreiras institucionais e tecnológicas que dificultam a integração entre diferentes setores da gestão urbana. Essa perspectiva contribui para a construção de uma governança mais transparente, participativa e eficiente, que reconheça a complexidade dos sistemas urbanos e atue de maneira coordenada para reduzir vulnerabilidades e promover a segurança coletiva.

Apesar dos avanços, algumas limitações devem ser reconhecidas. Primeiramente, a dependência de dados disponíveis nas fontes analisadas representa uma restrição, uma vez que a qualidade, abrangência e acessibilidade dos dados influenciam diretamente os resultados das análises. Em segundo lugar, o recorte temporal restrito aos últimos cinco anos, embora necessário para garantir a atualidade das informações, pode ter deixado de fora contribuições relevantes de estudos anteriores, que ainda mantêm validade teórica e metodológica. Além disso, a ausência de validação empírica direta das metodologias no contexto brasileiro constitui outra limitação, visto que a maioria dos estudos revisados foi conduzida em países com diferentes estruturas institucionais, níveis de infraestrutura e capacidades financeiras.

Essas limitações, entretanto, abrem espaço para pesquisas futuras. Entre as possibilidades, destaca-se a necessidade de aprofundar a aplicação integrada das técnicas analisadas em estudos de caso reais, especialmente em cidades brasileiras, onde a desigualdade socioespacial e a fragilidade institucional impõem desafios adicionais à gestão de riscos. Outra linha promissora é a personalização de índices de resiliência para diferentes tipologias urbanas, reconhecendo que cidades costeiras, cidades de interior, metrópoles e municípios de médio porte possuem vulnerabilidades e capacidades distintas. Adicionalmente, torna-se essencial avaliar o impacto de políticas públicas alinhadas a padrões internacionais, de modo a verificar como normas técnicas globais podem ser adaptadas à realidade local sem perder sua efetividade. Também se recomenda investigar estratégias de financiamento inovadoras que viabilizem a adoção dessas práticas, especialmente em países em desenvolvimento. Em síntese, este estudo confirma que a consolidação de práticas baseadas em dados, simulações preditivas e governança integrada representa um avanço significativo para a gestão de riscos em cidades inteligentes. Ao alinhar tecnologia, ciência e política pública, é possível caminhar em direção a cidades mais seguras, adaptáveis e sustentáveis, capazes de responder de maneira eficaz às ameaças múltiplas que caracterizam o século XXI. A mensagem central que se extrai é que a gestão de riscos precisa ser entendida não apenas como um conjunto de medidas reativas, mas como um processo contínuo e proativo de fortalecimento da resiliência urbana, orientado pela integração, pela inovação e pelo compromisso com o bem-estar coletivo.

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/jpwwk.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>.