# ANÁLISE SISTEMÁTICA SOBRE MÉTODOS MULTICRITÉRIO APLICADOS À RESILIÊNCIA URBANA FRENTE A INUNDAÇÕES

*Águida Vitória Lopes de Souza [1] ;Wesley Douglas Oliveira Silva [2]; Maria Alyne dos Santos Lima [3]; Hemmyly Cawanne Alves Pedro [4]; João Victor Isidoro dos Santos [5]; Iago José de Lima Silva [6]; e Rogerio Leite dos Santos [7]*

**RESUMO** – A crescente ocorrência de eventos extremos de inundação tem ampliado os desafios relacionados à gestão de riscos urbanos e ao fortalecimento da resiliência das cidades. Nesse contexto, este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura associada à análise bibliométrica sobre a aplicação de métodos multicritério, negociação integrativa e ferramentas de apoio à decisão na resiliência urbana frente a inundações. A pesquisa foi conduzida nas bases Web of Science e Scopus, utilizando descritores relacionados à urban resilience, flood risk management e multicriteria decision analysis. Inicialmente, foram identificados 295 estudos científicos, dos quais 75 artigos foram selecionados após a aplicação dos critérios de elegibilidade. Os resultados evidenciaram crescimento significativo das publicações a partir de 2018, com destaque para temas relacionados à vulnerabilidade socioambiental, GIS e modelagem multicritério. A análise bibliométrica revelou forte integração entre avaliação de risco, adaptação urbana e ferramentas espaciais aplicadas ao suporte à decisão. Conclui-se que a integração entre métodos multicritério, negociação colaborativa e ferramentas GIS apresenta elevado potencial para subsidiar estratégias de resiliência urbana em municípios vulneráveis a eventos extremos de inundação. Além disso, observou-se predominância de abordagens participativas associadas ao uso de SIG, análise espacial e métodos híbridos aplicados à priorização de áreas suscetíveis a inundações urbanas.

**Palavras-Chave** – resiliência urbana; inundação; métodos multicritério.

[1]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, aguida.souza@ctec.ufal.br
[2]) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, wesley.oliveira@feac.ufal.br
[3]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, maria.alyne@ctec.ufal.br
[4]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, cawanneh@gmail.com
[5]) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, vitorisidoro.rhs@gmail.com
[6]) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3214-1461, iago.silva@icat.ufal.br
[7]) Graduando em Engenharia Florestal no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3261-1676, rogerio.santos@ceca.ufal.br

**ABSTRACT**– The increasing occurrence of extreme flood events has intensified challenges related to urban risk management and the strengthening of urban resilience. In this context, this study presents a systematic literature review associated with bibliometric analysis regarding the application of multicriteria methods, integrative negotiation, and decision support tools in urban resilience against floods. The research was conducted using the Web of Science and Scopus databases, applying descriptors related to urban resilience, flood risk management, and multicriteria decision analysis. Initially, 295 scientific studies were identified, of which 75 articles were selected after applying the eligibility criteria. The results revealed significant growth in publications after 2018, especially regarding socio-environmental vulnerability, GIS, and multicriteria modeling themes. Bibliometric analysis demonstrated strong integration among risk assessment, urban adaptation, and spatial tools applied to decision support. It is concluded that the integration between multicriteria methods, collaborative negotiation, and GIS tools presents high potential to support urban resilience strategies in municipalities vulnerable to extreme flood events. Furthermore, a predominance of participatory approaches associated with GIS, spatial analysis, and hybrid methods applied to the prioritization of flood-prone urban areas were observed.

**Keywords:** urban resilience; flooding; multicriteria methods.

## 1. INTRODUÇÃO

Os eventos de inundação constituem um dos principais desafios para a gestão urbana, causando impactos ambientais, sociais e econômicos significativos. O crescimento urbano desordenado e a intensificação dos eventos extremos têm ampliado a vulnerabilidade das cidades, aumentando a necessidade de estratégias voltadas à redução de riscos e ao fortalecimento da resiliência urbana. Nesse contexto, a resiliência urbana tem sido reconhecida como a capacidade das cidades de resistir, adaptar-se e recuperar-se diante de eventos extremos. Meerow et al. (2016) destacam que essa capacidade depende da interação entre diferentes componentes do sistema urbano, enquanto Sharifi (2019) e Masnavi et al. (2018) ressaltam a importância da integração de aspectos ambientais, sociais, econômicos e institucionais nos processos de planejamento e gestão. Além disso, Meerow et al. (2019) enfatizam a necessidade de incorporar princípios de equidade e participação social nas estratégias de resiliência. Métodos multicritério e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido amplamente utilizados para apoiar a tomada de decisão na gestão de inundações. Segundo Bertilsson et al. (2019) e Zhao et al. (2022), essas abordagens permitem avaliar vulnerabilidades, identificar áreas suscetíveis e priorizar estratégias de

adaptação, contribuindo para o fortalecimento da resiliência urbana. Dessa forma, este trabalho apresenta uma revisão sistemática da literatura associada à análise bibliométrica sobre a aplicação de métodos multicritério e ferramentas de apoio à decisão no contexto da resiliência urbana frente a inundações, identificando tendências científicas, aplicações e lacunas de pesquisa.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia adotada baseou-se em uma revisão sistemática da literatura, visando identificar e analisar estudos relacionados à resiliência urbana frente a inundações e à aplicação de métodos multicritério, permitindo mapear tendências e lacunas de pesquisa.

### 2.1 Estratégia de Pesquisa Bibliográfica

As buscas foram realizadas nas plataformas Web of Science e Scopus, utilizando os campos título, resumo e palavras-chave. A string de busca foi definida da seguinte forma:

*("urban resilience" OR "urban flood resilience" OR "flood resilience")*
*AND*
*("flood" OR "flooding" OR "flood risk management" OR "flood hazard")*
*AND*
*("multicriteria decision analysis" OR "multi-criteria analysis" OR "decision support" OR "decision-making")*
*AND*
*("negotiation" OR "integrative negotiation" OR "group decision-making")*

A utilização dessa estratégia permitiu identificar estudos relacionados à avaliação de risco, vulnerabilidade socioambiental, modelagem multicritério e suporte à decisão aplicados à gestão de inundações e fortalecimento da resiliência urbana.

### 2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão dos Estudos

Primeiramente, selecionamos 295 investigações científicas. Após a eliminação de duplicidades, restaram 275 publicações para a fase inicial de seleção. Na sequência, analisamos títulos, resumos e termos-chave, o que levou à exclusão de trabalhos que não se encaixavam nos objetivos do estudo. Mais tarde, os trabalhos restantes foram lidos na íntegra e submetidos a uma avaliação detalhada de suas metodologias, com foco em critérios como o uso de abordagens multicritério, a resiliência de áreas urbanas e o manejo de situações de

alagamento. Ao concluir esta etapa, 75 artigos foram escolhidos para integrar a análise aprofundada desta revisão sistemática.

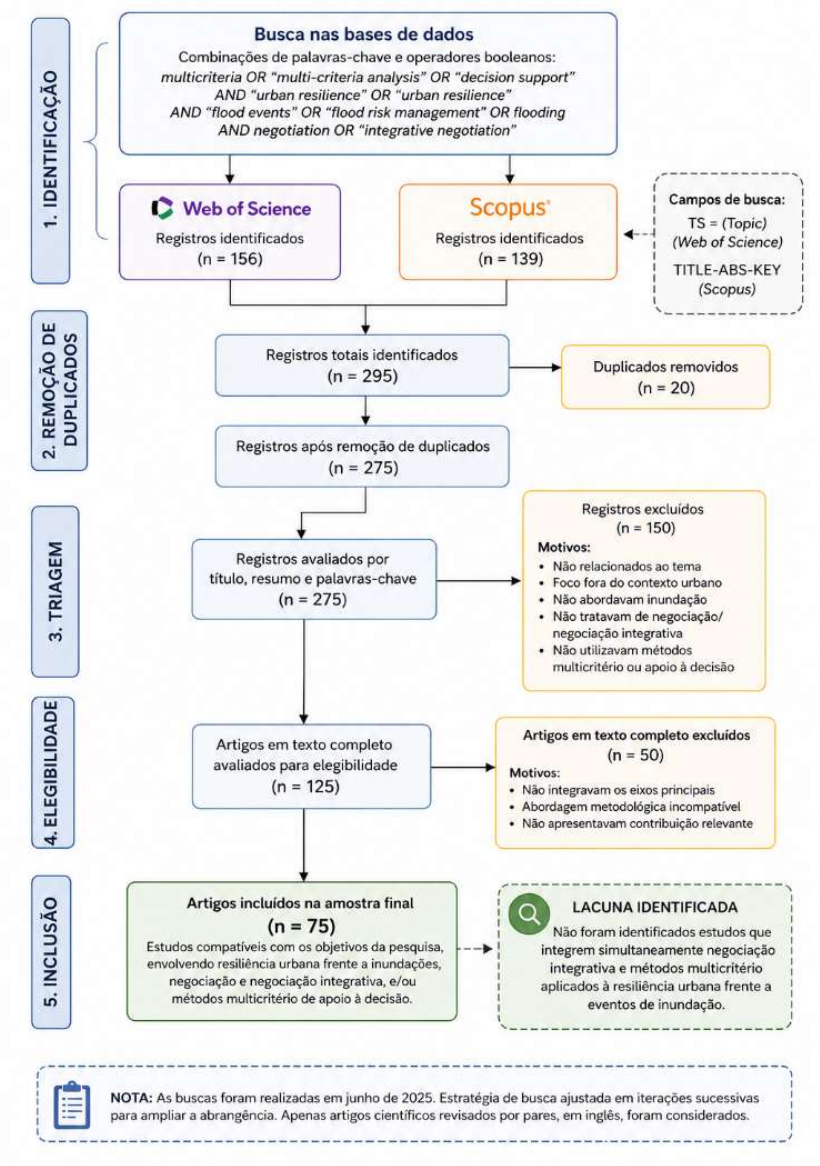



*Figura 1 – Fluxograma de aplicação de estratégias de busca para selecionar artigos*

*Fonte: Esta pesquisa (2026).*

## 2.3 Etapas da Revisão Sistemática

A revisão foi conduzida por meio das etapas de identificação, triagem e elegibilidade dos estudos. Foram considerados trabalhos relacionados à resiliência urbana, gestão de riscos de inundação, vulnerabilidade socioambiental e métodos multicritério aplicados ao suporte à decisão.

As questões de pesquisa utilizadas foram:

- QP1. Como os modelos de decisão multicritério aplicados à resiliência urbana evoluíram?
- QP2. Quais áreas de pesquisa mais utilizam essas abordagens?

- QP3. Quais métodos multicritério são mais empregados?
- QP4. Como ocorre a modelagem matemática da resiliência urbana?
- QP5. Qual o papel das ferramentas GIS?
- QP6. Quais critérios são utilizados nos processos decisórios?

### 2.4 Análise Bibliométrica

A análise bibliométrica foi realizada com auxílio do software VOSviewer, permitindo identificar redes de coautoria, agrupamentos temáticos e relações entre palavras-chave, contribuindo para a compreensão das tendências científicas relacionadas à resiliência urbana e à gestão de inundações.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análise Temporal das Publicações Científicas

Observou-se crescimento das publicações sobre resiliência urbana e gestão de inundações, principalmente após 2018. Segundo Sharifi (2019), esse avanço está relacionado à ampliação das pesquisas sobre mudanças climáticas, vulnerabilidade socioambiental e planejamento urbano resiliente, evidenciando o crescente interesse científico por estratégias de adaptação frente aos eventos extremos.

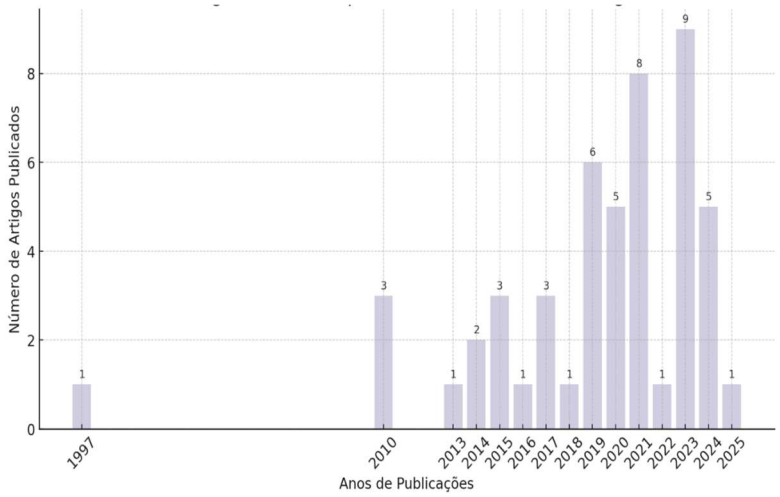



*Figura 2 – Evolução temporal das publicações*
*Fonte: Esta pesquisa (2026).*

Além disso, os estudos mais recentes apresentam maior integração entre modelagem espacial, análise multicritério e ferramentas GIS, demonstrando tendência crescente de fortalecimento das abordagens quantitativas e participativas aplicadas à gestão de riscos urbanos.

### 3.2 Redes de Coautoria Científica

O mapa de coautoria apresentado na fig. 3 demonstra a formação de dois principais agrupamentos científicos. O cluster verde reúne autores ligados à modelagem ambiental e análise espacial, enquanto o cluster vermelho apresenta redes de colaboração mais consolidadas. Os resultados evidenciam a crescente integração entre diferentes áreas de pesquisa relacionadas à gestão de inundações e à resiliência urbana.

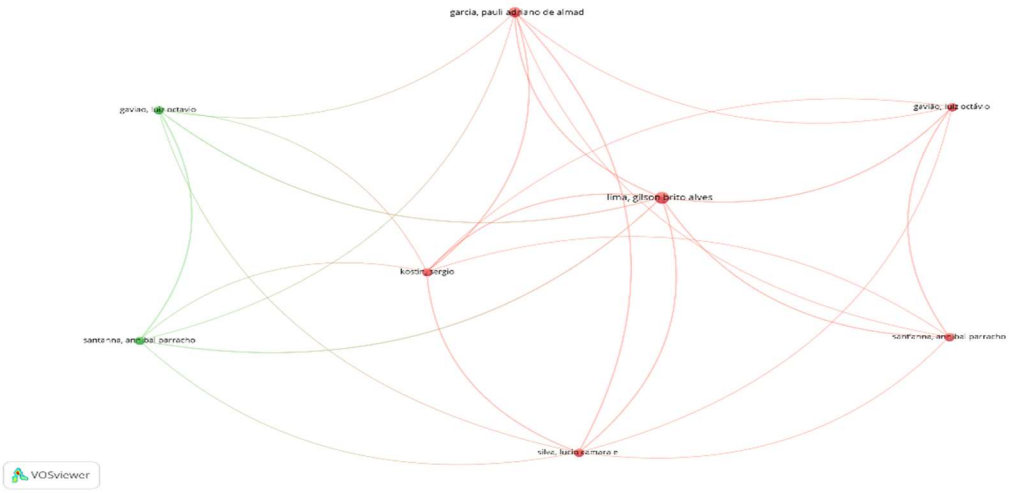



*Figura 3 - Rede de coautoria*
*Fonte: Esta pesquisa (2026).*

As investigações sobre resiliência urbana mostram, de fato, um forte enfoque interdisciplinar, unindo especialistas em gestão ambiental, modelagem hidrológica, vulnerabilidade socioambiental e o uso de métodos multicritério para auxiliar na tomada de decisão.

### 3.3 Análise de Palavras-Chave

A análise das palavras-chave identificou como temas predominantes *flood*, *resilience*, *urban resilience*, *vulnerability* e *GIS*, evidenciando a integração entre avaliação de risco e adaptação urbana. Segundo Meerow et al. (2016), esses conceitos constituem a base das pesquisas sobre resiliência urbana. O mapa de rede apresentado na fig. 4 evidencia a formação de quatro principais clusters temáticos. O cluster vermelho concentra termos associados à caracterização de eventos de inundação e análise de risco. O cluster verde relaciona-se às ferramentas metodológicas e modelos aplicados à avaliação de vulnerabilidade. O cluster azul apresenta forte associação com conceitos de resiliência urbana e mudanças climáticas. Já o cluster amarelo reúne termos relacionados à vulnerabilidade socioambiental e exposição ao risco.

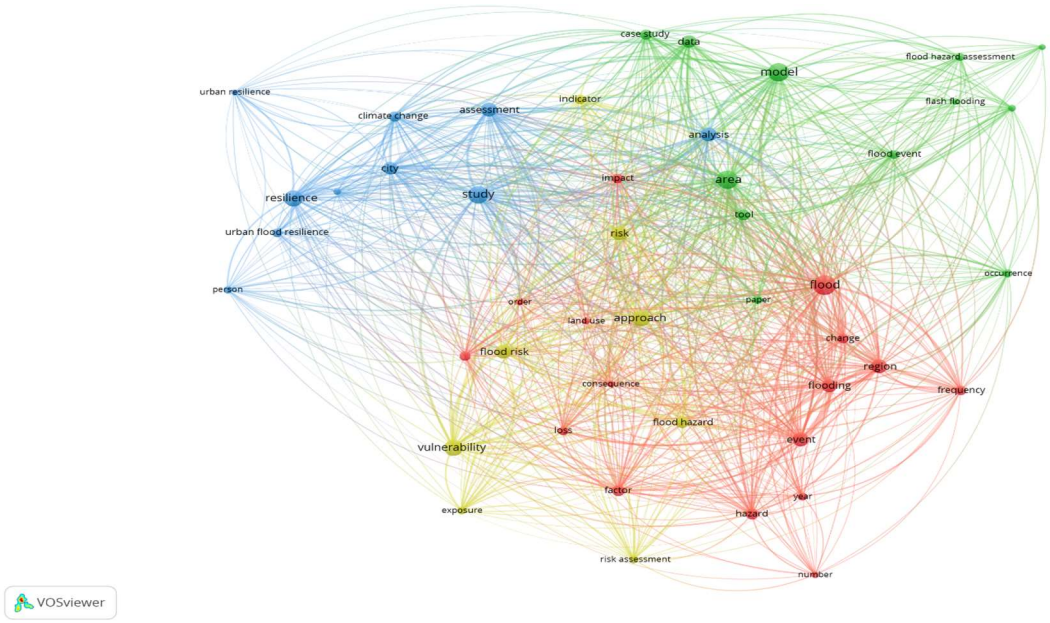



*Figura 4 - Mapa de rede de palavras-chave organizadas em clusters temáticos.*
*Fonte: Esta pesquisa (2025).*

Os resultados demonstram que os estudos recentes vêm priorizando abordagens integradas para compreensão da dinâmica urbana frente aos eventos extremos, incorporando variáveis ambientais, sociais e institucionais nos modelos de tomada de decisão.

### 3.4 Mapa de densidade temática

O mapa de densidade apresentado na fig. 5 evidências elevada concentração temática associada aos termos *flood, resilience, risk, model* e *vulnerability,* indicando forte consolidação desses conceitos no contexto científico atual. Segundo Sharifi (2019), a integração entre análise de risco, adaptação climática e planejamento urbano resiliente constitui um dos principais desafios contemporâneos relacionados à gestão urbana sustentável. Observa-se que os termos flood, model, resilience e vulnerability ocupam posição central no mapa de densidade, indicando elevada recorrência na literatura científica relacionada à gestão de inundações e suporte à decisão.

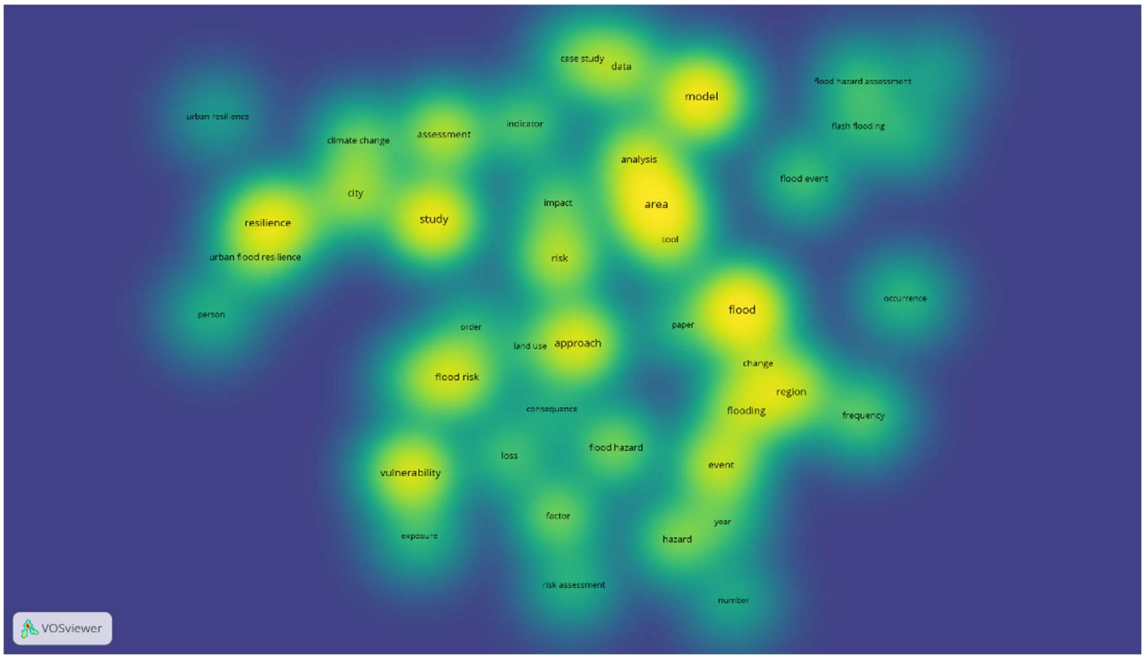



*Figura 5 – Mapa de densidade das palavras-chave relacionadas à resiliência urbana e gestão de inundações. Fonte: O Autor (2026).*

Além disso, verificou-se forte associação entre análise multicritério, vulnerabilidade socioambiental e ferramentas GIS, demonstrando tendência crescente de integração entre modelagem espacial e planejamento adaptativo.

### 3.5 Aplicação dos Métodos Multicritério

Os métodos multicritério tem sido amplamente utilizados na gestão de riscos de inundação por permitirem a integração de critérios ambientais, sociais, econômicos e institucionais em processos de tomada de decisão. Na literatura analisada, essas abordagens são aplicadas principalmente na avaliação da vulnerabilidade, identificação de áreas suscetíveis e priorização de estratégias de adaptação. Estudos desenvolvidos por Bertilsson et al. (2019), Wang et al. (2021), Zhao et al. (2022) e Koers et al. (2023) destacam a relevância dessas ferramentas para o fortalecimento da resiliência urbana frente aos eventos de inundação. Além disso, a integração com Sistemas de Informações Geográficas (SIG) amplia a capacidade de análise espacial e contribui para o planejamento urbano e a gestão de riscos.

### 3.6 Tendências Emergentes

A distribuição das publicações por países evidencia predominância de estudos desenvolvidos nos Estados Unidos, Reino Unido, Países Baixos, Suíça, China e Brasil. O mapa apresentado na Figura 7 demonstra concentração das pesquisas em países com elevada capacidade técnica

e institucional voltada à gestão de riscos hidrológicos e adaptação climática. Observa-se que esses países concentram grande parte da produção científica relacionada à resiliência urbana e à gestão de inundações, evidenciando sua relevância no desenvolvimento de métodos e ferramentas de apoio à decisão.

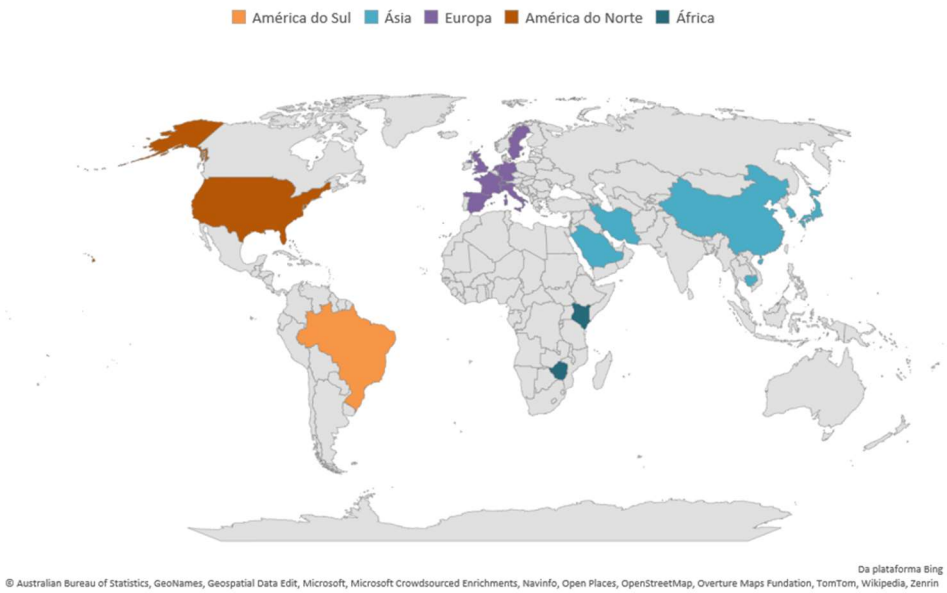



*Figura 6 – Distribuição geográfica das publicações científicas relacionadas à resiliência urbana e gestão de inundações.*
*Fonte: O Autor (2026).*

Observa-se ainda crescimento gradual da participação brasileira nas pesquisas relacionadas à vulnerabilidade socioambiental, planejamento urbano resiliente e ferramentas multicritério aplicadas à gestão de inundações, evidenciando maior inserção do país nas discussões científicas internacionais sobre adaptação urbana e resiliência climática.

## 4. CONCLUSÕES

A revisão sistemática demonstrou crescimento significativo dos estudos sobre resiliência urbana frente a inundações, especialmente associados ao uso de métodos multicritério, ferramentas GIS e modelagem ambiental. Os resultados indicam que essas abordagens apresentam elevado potencial para apoiar estratégias adaptativas, avaliação de riscos e processos de tomada de decisão na gestão de inundações.

Além disso, verificou-se que os métodos multicritério desempenham papel relevante na identificação de áreas vulneráveis e na definição de estratégias voltadas ao fortalecimento da resiliência urbana. Conforme observado por Kvocka et al. (2015), Bertilsson et al. (2019) e

Koers et al. (2023), a integração entre avaliação de riscos, planejamento urbano e ferramentas de apoio à decisão representa um dos principais caminhos para aumentar a capacidade adaptativa das cidades frente aos eventos extremos. Dessa forma, a revisão evidencia a contribuição dessas abordagens para o desenvolvimento de soluções mais eficientes na gestão de riscos hidrológicos.

**AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo apoio financeiro, à Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento pelo apoio acadêmico e institucional ao desenvolvimento desta pesquisa.

**REFERENCIAS**

BERTILSSON, L.; WIKLUND, K.; DE MOURA TEBALDI, I.; REZENDE, O.M.; VERÓL, A.P.; MOUTA, R.D. (2019). “Urban flood resilience – A multi-criteria index to integrate flood resilience into urban planning”. Journal of Hydrology 573, pp. 970-982.

KOERS, G.; KLIJN, F.; VAN VEEN, M.; et al. (2023). “A framework for assessing urban flood resilience and adaptation pathways”. Sustainability 15(3), pp. 1-19.

KVOCKA, D.; AHMED, S.; MCGRATH, H.; et al. (2015). “Urban flood resilience: A review of flood risk management approaches”. Natural Hazards 79(3), pp. 1691-1711.

MASNAVI, M.R.; GHARAI, F.; HAJIBANDEH, M. (2018). “Exploring urban resilience thinking for its application in urban planning: A review of literature”. International Journal of Environmental Science and Technology 15(3), pp. 567-582.

MEEROW, S.; NEWELL, J.P.; STULTS, M. (2016). “Defining urban resilience: A review”. Landscape and Urban Planning 147, pp. 38-49.

MEEROW, S.; STULTS, M.; ZHENG, Y. (2019). “Urban resilience and equity: A conceptual framework”. Environmental Politics 28(5), pp. 819-846.

SHARIFI, A. (2019). “Urban resilience assessment: Mapping knowledge structure and trends”. Sustainability 11(24), pp. 1-17.

WANG, Y.; ZHAO, X.; CHEN, Y.; et al. (2021). “Assessment of urban flood resilience under climate change scenarios using multicriteria approaches”. Sustainability 13(22), pp. 1-18.

ZHAO, X.; CHEN, Y.; MA, Y.; LI, N.; WANG, Y. (2022). “Assessment of urban flood resilience based on multi-criteria decision-making approaches: A review”. Sustainability 14(18), pp. 1-20.