v7.n10.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

PLANEJAMENTO TERRITORIAL, GOVERNANÇA E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: ESTRATÉGIAS INTEGRADAS PARA REDUÇÃO DA VULNERABILIDADE ÀS INUNDAÇÕES

TERRITORIAL PLANNING, GOVERNANCE AND NATURE-BASED SOLUTIONS: INTEGRATED STRATEGIES FOR REDUCING FLOOD VULNERABILITY

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, GOBERNANZA Y SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: ESTRATEGIAS INTEGRADAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD A LAS INUNDACIONES

Fabiana Meurer[1], Veraldo Liesenberg[2], Claudia Guimarães Camargo Campos[3]

e7108898
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i10.8898

PUBLICADO: 10/2026

RESUMO

O Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres (2015-2030) estabelece diretrizes globais voltadas à compreensão do risco, ao fortalecimento da governança e ao investimento em resiliência frente aos desastres. No contexto urbano, tais diretrizes tornam-se particularmente relevantes diante da crescente ocorrência de inundações associadas à impermeabilização do solo, à ocupação inadequada do território e à intensificação dos eventos hidrológicos extremos. No Brasil, a gestão da drenagem urbana ainda é predominantemente orientada por soluções convencionais de engenharia, centradas na ampliação da infraestrutura cinza, cuja eficácia tem se mostrado limitada frente à complexidade dos sistemas urbanos. Nesse contexto, estratégias integradas que articulem planejamento territorial, governança e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) emergem como alternativas para a redução da vulnerabilidade às inundações. Este artigo de revisão teve como objetivo discutir diretrizes e estratégias voltadas à mitigação do risco hidrológico em áreas urbanas, subsidiando o aprimoramento das políticas públicas de uso e ocupação do solo. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura científica, complementada pela análise de marcos normativos e documentos institucionais nacionais e internacionais. Como resultado, são apresentadas diretrizes organizadas em cinco eixos temáticos que integram planejamento territorial, instrumentos urbanísticos, SbN, mecanismos econômicos e governança intermunicipal, evidenciando que a adoção de abordagens integradas fortalece a resiliência urbana e contribui para o alinhamento das políticas públicas ao Marco de Sendai e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão territorial. Políticas públicas. Resiliência urbana.

ABSTRACT

The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (2015–2030) establishes global guidelines aimed at improving risk understanding, strengthening governance, and promoting investments in disaster resilience. In urban areas, these guidelines are particularly relevant given the increasing occurrence of floods associated with soil sealing, inadequate land occupation, and the intensification of extreme hydrological events. In Brazil, urban drainage management remains predominantly based on conventional engineering approaches focused on expanding gray

[1] Arquiteta e Urbanista (FURB), Mestre em Ciências Ambientais (UDESC), Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (UDESC), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.
2 Engenheiro Florestal (FURB), Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE), Doutor em Geociências Ambientais (Technische Universität Bergakademie Freiberg, Alemanha). Professor associado III no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.
3 Meteorologista (UFPEL), Mestre e Doutora em Meteorologia (INPE), Professora no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, Santa Catarina, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

infrastructure, whose effectiveness has become increasingly limited in addressing the complexity of urban systems. In this context, integrated strategies that combine territorial planning, governance, and Nature-based Solutions (NbS) have emerged as promising alternatives for reducing flood vulnerability. This review article aimed to discuss guidelines and strategies for mitigating hydrological risk in urban areas, supporting the improvement of public land-use and urban planning policies. To this end, a review of the scientific literature was conducted, complemented by an analysis of national and international regulatory frameworks and institutional documents. As a result, the study presents guidelines organized into five thematic axes integrating territorial planning, urban planning instruments, Nature-based Solutions, economic mechanisms, and intermunicipal governance. The findings indicate that adopting integrated approaches strengthens urban resilience and contributes to aligning public policies with the Sendai Framework and the Sustainable Development Goals.

KEYWORDS: *Territorial management. Public policies. Urban resilience.*

RESUMEN
El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030) establece directrices globales orientadas a la comprensión del riesgo, el fortalecimiento de la gobernanza y la inversión en resiliencia frente a los desastres. En el contexto urbano, estas directrices adquieren relevancia ante el aumento de las inundaciones asociado a la impermeabilización del suelo, la ocupación inadecuada del territorio y la intensificación de los eventos extremos. En Brasil, la gestión del drenaje urbano sigue estando predominantemente orientada por soluciones convencionales de ingeniería, centradas en la expansión de la infraestructura gris, cuya eficacia ha demostrado ser cada vez más limitada frente a la complejidad de los sistemas urbanos. En este contexto, las estrategias integradas que articulan la planificación territorial, la gobernanza y las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) surgen como alternativas para reducir la vulnerabilidad a las inundaciones. Este artículo de revisión tuvo como objetivo analizar directrices y estrategias orientadas a la mitigación del riesgo hidrológico en áreas urbanas, contribuyendo al fortalecimiento de las políticas públicas de uso y ocupación del suelo. Para ello, se realizó una revisión de la literatura científica, complementada con el análisis de marcos normativos y documentos institucionales nacionales e internacionales. Como resultado, se presentan directrices organizadas en cinco ejes temáticos que integran la planificación territorial, los instrumentos urbanísticos, las SbN, los mecanismos económicos y la gobernanza intermunicipal. Los resultados evidencian que la adopción de enfoques integrados fortalece la resiliencia urbana y contribuye a alinear las políticas públicas con el Marco de Sendai y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PALABRAS CLAVE*: Gestión territorial. Políticas públicas. Resiliencia urbana.*

1. INTRODUÇÃO

O aumento da frequência e da intensidade dos eventos hidrológicos extremos tem ampliado os desafios relacionados ao planejamento e à gestão das cidades, evidenciando a necessidade de políticas públicas capazes de integrar a adaptação às mudanças climáticas, o planejamento territorial e a redução do risco de desastres. Nesse contexto, o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres (2015-2030) consolidou diretrizes internacionais voltadas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

à compreensão dos riscos, ao fortalecimento da governança e ao investimento em resiliência, alinhando-se a iniciativas como o Acordo de Paris, a Nova Agenda Urbana e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (United Nations Office for Disaster Risk Reduction - UNDRR, 2015).

A urbanização acelerada, associada à impermeabilização do solo, à supressão da cobertura vegetal e à ocupação de áreas suscetíveis a inundações, tem alterado significativamente o funcionamento hidrológico das cidades. Como consequência, aumentam o escoamento superficial, a ocorrência de alagamentos e inundações e a exposição da população aos eventos extremos. Nesse cenário, a vulnerabilidade urbana resulta não apenas das características naturais do território, mas também das formas de ocupação do solo, das escolhas de planejamento e da capacidade institucional de gestão (Souza *et al.*, 2025; Olcina; Morote, 2025).

No Brasil, a drenagem urbana permanece predominantemente baseada em soluções convencionais de engenharia, centradas na ampliação da infraestrutura cinza e na rápida condução das águas pluviais. Embora importantes em determinados contextos, essas intervenções têm se mostrado insuficientes para enfrentar a complexidade dos sistemas urbanos contemporâneos, frequentemente transferindo os impactos para áreas a jusante e reforçando a necessidade de abordagens preventivas e integradas (Brasil *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, diferentes estudos têm destacado a importância de incorporar estratégias que articulem planejamento territorial, governança e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como forma de aumentar a capacidade adaptativa das cidades e reduzir sua vulnerabilidade às inundações (Comissão Europeia, 2022; Beceiro; Brito; Galvão, 2022). Entretanto, ainda são limitadas as sínteses que integrem esses diferentes componentes em um conjunto estruturado de diretrizes capaz de subsidiar a formulação de políticas públicas de uso e ocupação do solo.

Diante desse contexto, este artigo de revisão tem como objetivo discutir estratégias integradas voltadas à redução da vulnerabilidade urbana às inundações, identificando diretrizes para o planejamento territorial e a gestão do risco hidrológico. Para tanto, foi realizada uma revisão da literatura científica, complementada pela análise de marcos normativos e documentos institucionais nacionais e internacionais. Como resultado, propõe-se um conjunto de diretrizes organizadas em cinco eixos estratégicos que articulam planejamento territorial, instrumentos urbanísticos, mecanismos econômicos, governança intermunicipal e SbN, em consonância com as diretrizes do Marco de Sendai e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Planejamento territorial, governança e redução do risco de desastres

A crescente ocorrência de inundações urbanas tem evidenciado que a redução do risco de desastres depende de abordagens capazes de integrar planejamento territorial, gestão ambiental e políticas de adaptação às mudanças climáticas. A literatura internacional aponta que a fragmentação entre planejamento urbano, legislação ambiental, gestão de recursos hídricos e defesa civil constitui um dos principais entraves à implementação de estratégias eficazes de prevenção e mitigação das inundações (Muñoz; Duarte, 2025). A ausência de articulação entre esses instrumentos compromete a efetividade das políticas públicas e favorece respostas predominantemente reativas aos eventos extremos.

Nesse contexto, o planejamento territorial assume papel estratégico ao orientar o uso e a ocupação do solo segundo as características ambientais, hidrológicas e socioeconômicas do território. Instrumentos como planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, zoneamentos ambientais e planos de drenagem possibilitam disciplinar a expansão urbana, restringir a ocupação de áreas suscetíveis a inundações e incorporar critérios de adaptação climática ao desenvolvimento das cidades. Dessa forma, a vulnerabilidade urbana deixa de ser compreendida apenas como resultado de limitações dos sistemas de drenagem, passando a refletir decisões relacionadas à produção do espaço urbano e à capacidade institucional de gestão do território (Lage; Bernardini, 2024).

A efetividade dessas políticas depende, contudo, de mecanismos de governança capazes de promover a coordenação entre diferentes níveis de governo, setores da administração pública, comunidade científica, iniciativa privada e sociedade civil. Conforme estabelecido pelo Marco de Sendai, a governança do risco constitui um dos pilares para a construção da resiliência, ao favorecer a integração entre políticas urbanas, ambientais e climáticas, ampliar a participação social e fortalecer a capacidade institucional para prevenir, responder e adaptar-se aos desastres (UNDRR, 2015).

A consolidação desse modelo integrado de gestão impulsionou, nas últimas décadas, a evolução das estratégias de drenagem urbana, que passaram a incorporar processos ecológicos e soluções voltadas à adaptação climática.

Evolução da drenagem urbana sustentável

Historicamente, a drenagem urbana foi orientada por uma lógica hidráulica voltada à rápida condução das águas pluviais por meio de galerias, canalizações e retificação de cursos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

d'água. Embora esse modelo tenha contribuído para reduzir problemas localizados de drenagem, também favoreceu o aumento do escoamento superficial, a transferência dos impactos para áreas situadas a jusante e a degradação dos ecossistemas urbanos (Monteiro; Mendes; Santos, 2023).

A partir da década de 1970, diferentes países passaram a desenvolver abordagens fundamentadas na retenção, infiltração e controle do escoamento na fonte, originando conceitos como *Best Management Practices* (BMP), *Low Impact Development* (LID), *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) e Infraestrutura Verde. Essas abordagens compartilham o objetivo de aproximar o funcionamento hidrológico das cidades das condições naturais anteriores à urbanização, utilizando estratégias como jardins de chuva, pavimentos permeáveis, telhados verdes, bacias de biorretenção e outras soluções capazes de aumentar a infiltração, retardar o escoamento superficial e melhorar a qualidade ambiental urbana (Silva *et al.*, 2021).

A evolução dessas abordagens culminou na consolidação das SbN, reconhecidas internacionalmente como estratégias capazes de enfrentar desafios sociais por meio da proteção, restauração e manejo sustentável dos ecossistemas (Comissão Europeia, 2022). Diferentemente das técnicas tradicionais de drenagem sustentável, as SbN constituem uma abordagem mais abrangente, integrando infraestrutura verde-azul, planejamento territorial, conservação ambiental e mecanismos de governança em diferentes escalas espaciais, desde o lote urbano até a bacia hidrográfica (Beceiro; Brito; Galvão, 2022).

Além de contribuírem para a redução do escoamento superficial e da vulnerabilidade às inundações, as SbN promovem múltiplos benefícios, como a melhoria da qualidade ambiental, o fortalecimento da biodiversidade, o conforto térmico, a valorização da paisagem e a provisão de serviços ecossistêmicos (Veról *et al.*, 2020; Amback *et al.*, 2025). Ao reconhecerem os ecossistemas como infraestrutura estratégica para o funcionamento das cidades, essas soluções representam uma mudança de paradigma na gestão urbana, deslocando o foco de intervenções predominantemente estruturais para abordagens integradas de planejamento territorial e adaptação climática.

Sob essa perspectiva, a resiliência urbana passa a ser compreendida como a capacidade das cidades de antecipar, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos impactos provocados por eventos hidrológicos extremos, combinando infraestrutura, planejamento territorial, governança e processos ecológicos em uma estratégia integrada de redução do risco de desastres. Esse entendimento constitui a base conceitual para as diretrizes estratégicas discutidas nas seções seguintes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão da literatura científica e análise documental. A abordagem metodológica teve como objetivo identificar, sistematizar e analisar estratégias voltadas à redução da vulnerabilidade urbana às inundações, com ênfase na integração entre planejamento territorial, governança e SbN.

A pesquisa foi conduzida em quatro etapas complementares. A primeira consistiu na revisão da literatura científica nacional e internacional, realizada nas bases *Scopus, Web of Science* e *Google Scholar*, além de periódicos nacionais da área de planejamento urbano, recursos hídricos, geografia e ciências ambientais. Foram utilizados descritores relacionados ao planejamento urbano resiliente, à gestão do risco hidrológico, à drenagem urbana sustentável, à infraestrutura verde-azul, às Soluções Baseadas na Natureza, à governança territorial e aos instrumentos urbanísticos, totalizando 112 publicações inicialmente selecionadas.

A seleção dos estudos considerou critérios de relevância temática, atualidade das publicações e aderência aos objetivos da pesquisa, priorizando trabalhos que abordassem a integração entre políticas públicas, planejamento territorial e estratégias de adaptação às mudanças climáticas em ambientes urbanos. Para a organização e a priorização dos artigos, foi aplicado o método *Methodi Ordinatio*, que possibilita hierarquizar estudos científicos a partir de critérios como fator de impacto do periódico, número de citações e ano de publicação (Pagani *et al.*, 2022). Após a aplicação do método, a amostra final foi composta por 58 artigos científicos.

Na segunda etapa, realizou-se a análise documental de marcos legais, normativos e instrumentos de planejamento relacionados à gestão das águas pluviais, ao uso e à ocupação do solo e à redução do risco de desastres. Foram examinadas legislações federais, estaduais e municipais, planos diretores, códigos de obras, políticas ambientais, programas de adaptação às mudanças climáticas e instrumentos econômicos, como mecanismos de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Essa etapa buscou compreender de que forma os instrumentos legais e institucionais têm incorporado princípios de sustentabilidade, adaptação climática e gestão integrada do risco hidrológico.

Na terceira etapa, foram analisadas experiências e estudos de caso nacionais e internacionais selecionados em função de seu caráter inovador, potencial de replicabilidade e integração entre instrumentos urbanísticos, mecanismos de governança e SbN. A análise

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

comparativa desses casos permitiu identificar convergências, limitações e boas práticas relacionadas à redução da vulnerabilidade às inundações em diferentes contextos urbanos.

Por fim, as evidências obtidas na revisão bibliográfica, na análise documental e nos estudos de caso foram sistematizadas por meio de análise qualitativa, buscando identificar princípios comuns e estratégias recorrentes para a construção de cidades mais resilientes. A partir dessa síntese, foram propostas diretrizes organizadas em cinco eixos temáticos que articulam planejamento territorial, instrumentos urbanísticos, mecanismos econômicos, governança intermunicipal e Soluções Baseadas na Natureza, em consonância com as diretrizes do Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. As diretrizes foram definidas a partir da recorrência dos temas identificados na literatura e da convergência entre os instrumentos normativos, as experiências analisadas e os princípios estabelecidos pelo Marco de Sendai.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na revisão da literatura científica, na análise de marcos normativos e na sistematização de experiências nacionais e internacionais, este estudo propõe um conjunto de diretrizes destinadas a subsidiar gestores públicos e planejadores urbanos na formulação de políticas mais integradas para a redução da vulnerabilidade às inundações. As estratégias foram organizadas em cinco eixos temáticos interdependentes, que articulam planejamento territorial, instrumentos urbanísticos, mecanismos econômicos, governança e SbN, compondo um *framework* voltado ao fortalecimento da resiliência urbana (Figura 1).

As diretrizes propostas dialogam diretamente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis), especialmente com as metas relacionadas ao planejamento urbano inclusivo, à redução dos impactos dos desastres, à ampliação das áreas verdes e ao fortalecimento da resiliência das cidades. Em caráter complementar, algumas estratégias também contribuem para outros ODS, como o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e o ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), evidenciando o caráter transversal das ações propostas.

Em conjunto, os cinco eixos estratégicos buscam promover a incorporação das SbN como elemento estruturante do planejamento territorial, fortalecendo a integração entre políticas urbanas, ambientais e climáticas e alinhando as ações locais às prioridades estabelecidas pelo Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres e pela Agenda 2030 das Nações Unidas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Eixos estratégicos propostos para a redução da vulnerabilidade às inundações



Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

Eixo Estratégico 1. Planejamento territorial e zoneamento urbano-ambiental

A forma urbana e a estruturação do espaço construído exercem influência direta sobre o comportamento hidrológico das cidades, devendo ser planejadas de maneira integrada aos objetivos de controle de inundações, adaptação climática e promoção da sustentabilidade urbana. A adoção de modelos urbanos mais compactos, integrados e orientados por infraestrutura verde, a exemplo das “cidades de 15 minutos” (Khavarian-Garmsir; Sharifi; Sadeghi, 2023) e das “cidades-esponja” (Kazanci; Gülümser; Costa, 2025), constitui uma estratégia de planejamento territorial para a redução da impermeabilização e o aumento da capacidade de regulação hídrica das cidades. A implantação de parques alagáveis, como em Curitiba, também exemplifica o potencial dessa abordagem ao integrar espaços livres urbanos às funções de macrodrenagem (Sanches; Araújo Junior, 2025).

A implementação de SbN, como telhados verdes, pavimentos permeáveis e sistemas de biorretenção (Cook; Larsen, 2021; Kihwan; Seok; Chon, 2023), associada à ampliação e à

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

conexão de áreas verdes urbanas, como os “corredores verdes” de Medellín (Nelo; Silva; Ribeiro, 2024), constitui estratégia que contribui para a mitigação de riscos hidrológicos e a promoção de múltiplos benefícios ambientais e sociais.

A incorporação de critérios de gestão de risco aos instrumentos de zoneamento, aliada à elaboração de mapas de suscetibilidade utilizando técnicas multicritério em ambiente SIG (Miranda *et al.*, 2023), permite orientar a ocupação do solo de forma preventiva. Além disso, a integração entre a legislação urbanística e os demais planos setoriais municipais constitui condição essencial para a efetividade dessa estratégia, evitando sobreposições, lacunas normativas e ações desconectadas (França, 2023).

Eixo Estratégico 2. Implementação de instrumentos legais e regulatórios

A efetividade das políticas urbanas voltadas à mitigação de riscos hidrológicos e à sustentabilidade depende diretamente da existência de instrumentos legais e regulatórios coerentes, articulados entre si e efetivamente integrados ao planejamento territorial. Nesse sentido, destaca-se o potencial da incorporação, na legislação dos municípios, de instrumentos de qualificação baseados no desempenho ambiental dos lotes, a exemplo da Quota Ambiental (QA) em São Paulo (Santos *et al.*, 2023), do *Biotope Area Factor* (BAF) em Berlim e do *Green Space Factor* (GSF) em Malmö (Giedych; Maksymiuk; Cieszewska, 2024), que incentivam a implantação de áreas permeáveis, cobertura vegetal e dispositivos de retenção hídrica. Da mesma forma, a regulamentação da adoção obrigatória das SbN em edificações e empreendimentos contribui para ampliar o papel da escala do lote na drenagem urbana sustentável (Santos; Freiria, 2023).

Além disso, instrumentos previstos no Estatuto da Cidade, como a Transferência do Direito de Construir e a Outorga Onerosa (Brasil, 2001), associados a mecanismos de incentivo econômico, como os previstos na legislação do município de Curitiba (Curitiba, 2024), podem contribuir para a proteção de áreas ambientalmente sensíveis e para a indução de práticas urbanas mais resilientes.

Eixo Estratégico 3. Gestão integrada e governança intermunicipal

O desenvolvimento de cidades resilientes e sustentáveis requer a consolidação de mecanismos de gestão integrada e de governança intermunicipal, capazes de promover espaços participativos de tomada de decisão e fortalecer ferramentas de participação social, bem como o estabelecimento de mecanismos de governança colaborativa entre o poder público, a iniciativa privada e a sociedade civil. Como estratégias de gestão integrada, destacam-se instrumentos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como os Sistemas de Informação Geográfica Participativos (SIGP) (Maurer *et al.*, 2023) e programas institucionais de incentivo à adoção de infraestrutura verde, como o Programa Município Verde-Azul, do Estado de São Paulo, (Furlaneti; Morales; Villac, 2025). As parcerias multissetoriais, como o Projeto "Gentilezas Urbanas" de Belo Horizonte (Gonçalves, 2024) e as Parcerias Público-Privadas, como a PPP de Filadélfia (EUA), ampliam a possibilidade de implementação de SbN e de qualificação da gestão urbana (Heffernan *et al.*, 2016). A incorporação de sistemas de monitoramento e alerta precoce (Werthmann *et al.*, 2024), aliada ao fortalecimento das capacidades institucionais dos municípios, também constitui estratégia que contribui para ampliar a resiliência e a capacidade adaptativa das cidades.

Em termos de governança intermunicipal, a integração entre os municípios de uma mesma região mostra-se fundamental para o enfrentamento de problemas que extrapolam os limites administrativos, a exemplo do Projeto Trama Verde e Azul, implementado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Araújo; Campante; Pinheiro, 2024).

Eixo Estratégico 4. Financiamento e incentivos econômicos

Como estratégia de financiamento e incentivo econômico, destacam-se mecanismos de benefícios fiscais, a exemplo do IPTU Verde, adotado por vários municípios brasileiros para estimular a adoção de práticas sustentáveis (Accioly *et al.*, 2021), e o pagamento por serviços ambientais, como no Programa Pró-Água de Anápolis (Anápolis, 2021). Programas de regeneração urbana, como o Programa +4D de Porto Alegre (Porto Alegre, 2022), também estimulam a implementação de infraestruturas verdes por meio do recebimento de benefícios construtivos.

Outras estratégias incluem a articulação de diferentes fontes de financiamento e a parceria com o setor privado, ampliando a capacidade de investimento e implementação das SbN. Destaca-se a criação de fundos e linhas de financiamento públicos específicos, alimentados por receitas oriundas de compensações ambientais, multas e convênios. Programas internacionais, como o *Green Climate Fund* (GCF) e o *Global Environment Facility* (GEF), também servem de referência para a estruturação de mecanismos de financiamento de ações de adaptação climática e de serviços ecossistêmicos (Jongman *et al.*, 2021).

Eixo Estratégico 5. Monitoramento, fiscalização e educação ambiental

O monitoramento, a fiscalização e a educação ambiental são fundamentais para garantir a efetividade da implementação das SbN a médio e longo prazos, uma vez que permitem não apenas a mensuração sistemática de seus benefícios ambientais, sociais e territoriais, mas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

também o acompanhamento contínuo das infraestruturas verdes e a sensibilização da população. A adoção de indicadores de desempenho permite avaliar a eficiência hidrológica, ambiental e territorial das intervenções, subsidiando a tomada de decisão. Na Filadélfia, por exemplo, o programa *Green City, Clean Waters* utiliza como indicador o volume de escoamento superficial evitado (Heffernan *et al.*, 2016). O uso de geotecnologias e sistemas de geoprocessamento também contribui para identificar áreas prioritárias, monitorar a implementação das SbN e apoiar a fiscalização do uso do solo, prevenindo ocupações inadequadas e reduzindo o risco de desastres (França, 2023). Além disso, a incorporação das SbN em programas de educação ambiental, aliada a iniciativas participativas, fortalece o engajamento social e a corresponsabilidade na gestão urbana, contribuindo para a consolidação de estratégias de adaptação e resiliência. O Programa de Hortas Urbanas de Lisboa (Poniży *et al.*, 2021) e o *Projeto Waterproofing Data* (WPD) em São José dos Campos (Paulo; Grajales; Albuquerque, 2025) são exemplos relevantes nesse sentido.

De forma geral, os cinco eixos estratégicos evidenciam a necessidade de superar abordagens fragmentadas no enfrentamento das inundações urbanas, promovendo a integração entre planejamento territorial, legislação urbanística, drenagem urbana e gestão de riscos. A incorporação de instrumentos urbanísticos orientados por critérios de desempenho ambiental, associada à adoção sistemática de SbN e ao fortalecimento de arranjos de governança integrada, configura-se como um caminho promissor para a redução da vulnerabilidade hidrológica e para a construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas e a intensificação dos eventos hidrológicos extremos têm ampliado os desafios relacionados ao planejamento e à gestão das cidades, evidenciando a necessidade de políticas públicas capazes de integrar adaptação climática, gestão do risco de desastres e desenvolvimento urbano sustentável. Nesse contexto, as inundações urbanas deixam de representar apenas um problema de drenagem e passam a refletir processos estruturais relacionados à ocupação do território, à impermeabilização do solo, à fragmentação institucional e às limitações dos modelos tradicionais de planejamento urbano.

A revisão realizada neste estudo evidenciou que a redução da vulnerabilidade às inundações depende da adoção de estratégias integradas que articulem planejamento territorial, instrumentos urbanísticos, governança e Soluções Baseadas na Natureza. A síntese da literatura científica, dos marcos normativos e das experiências analisadas permitiu identificar cinco eixos

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

estratégicos complementares, capazes de orientar a formulação de políticas públicas voltadas à construção de cidades mais resilientes. Em conjunto, essas diretrizes reforçam a necessidade de incorporar critérios hidrológicos e climáticos aos instrumentos de ordenamento territorial, ampliar a utilização de infraestrutura verde-azul, fortalecer mecanismos de governança multinível, incentivar instrumentos econômicos voltados à conservação ambiental e promover sistemas permanentes de monitoramento e avaliação.

Os resultados também evidenciam que, embora as Soluções Baseadas na Natureza tenham se consolidado como importantes estratégias de adaptação às mudanças climáticas, sua implementação ainda enfrenta desafios relacionados à integração entre políticas setoriais, à definição de instrumentos normativos, à disponibilidade de mecanismos de financiamento e à avaliação sistemática de seus resultados em longo prazo. Dessa forma, a efetividade dessas estratégias depende não apenas de soluções técnicas, mas também do fortalecimento das capacidades institucionais e da coordenação entre diferentes atores envolvidos no planejamento e na gestão do território.

Como contribuição, este artigo sistematiza evidências dispersas na literatura e propõe um conjunto de diretrizes organizadas em cinco eixos estratégicos, oferecendo um referencial para apoiar gestores públicos, planejadores urbanos e formuladores de políticas na incorporação de abordagens preventivas e integradas à gestão do risco de inundações. Ao articular planejamento territorial, governança e Soluções Baseadas na Natureza, o estudo contribui para aproximar recomendações internacionais, como aquelas estabelecidas pelo Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, da realidade do planejamento urbano brasileiro.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras avancem na avaliação da efetividade das Soluções Baseadas na Natureza em diferentes escalas territoriais, incorporando técnicas de modelagem hidrológica, monitoramento ambiental e análise de governança. Estudos voltados à integração entre planejamento urbano, gestão de bacias hidrográficas, mecanismos de financiamento e instrumentos de acompanhamento das políticas públicas poderão contribuir para ampliar a implementação dessas estratégias e fortalecer a capacidade adaptativa das cidades frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, por meio do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAMB), pelo apoio concedido (Código de Financiamento 001), bem como à

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

UDESC pelo Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação (PROMOP). Agradecem também à FAPESC pela concessão de bolsa de pós-graduação e pelo financiamento dos projetos nº 2024TR2296 e nº 2025TR1147. Agradecem, ainda, ao CNPq pelo apoio concedido por meio dos processos nº 421003/2025-1 e nº 312263/2025-2.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, S.M. de L.; MACHADO, F.L.V.; VASCONCELOS, F.C.W.; BRITO, L.L.A. de. Análise comparativa de programas municipais de IPTU Verde. **Engenharia Urbana em Debate**, v. 2, n. 1, p. 215-229, 2021. https://doi.org/10.59550/engurbdebate.v2i1.58

AMBACK, B.C.; VERÓL, A.P.; SOUSA, M.M.; SARAIVA, L.E.S.; MIGUEZ, M.G. A framework for urban planning structured by sustainable urban drainage: the proposal of a priority matrix for site selection. **Water Science & Technology**, v. 91, n. 10, p. 1185-1202, 2025. https://doi.org/10.2166/wst.2025.061

ANÁPOLIS. **Lei nº 4.108, de 8 de fevereiro de 2021.** Institui o Programa Pró Água e dá outras providências. Anápolis: Câmara Municipal, 2021. Disponível em: https://sapl.anapolis.go.leg.br/norma/7208. Acesso em: 22 jun. 2025.

ARAÚJO, R.P.Z. de; CAMPANTE, A.L.G.; PINHEIRO, C.B. Planejamento urbano e a dimensão integradora da questão ambiental: revisitando instrumentos de política urbana para o enfrentamento da emergência climática. *In*: COSTA, M.A. (org.). **Diálogos para uma política nacional de desenvolvimento urbano: temas transversais à PNDU**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2024. v. 3, cap. 1. https://doi.org/10.38116/978-65-5635-069-1/capitulo1

BECEIRO, P.; BRITO, R.S.; GALVÃO, A. Nature-based solutions for water management: insights to assess the contribution to urban resilience. **Blue-Green Systems**, v. 4, n. 2, p. 108-134, 2022. https://doi.org/10.2166/bgs.2022.009

BRASIL, J.; MACEDO, M.; LAGO, C.; OLIVEIRA, T.; JÚNIOR, M.; OLIVEIRA, T.; MENDIONDO, E. Nature-Based Solutions and Real-Time Control: Challenges and Opportunities. **Water,** v. 13, n. 5, p. 651, 2021. https://doi.org/10.3390/w13050651

BRASIL**. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 dez. 2025.

COMISSÃO EUROPEIA (CE). **Brief me on nature-based solutions**. Brussels: European Commission, 2022. Disponível em: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/biodiversity/brief-me-nature-based-solutions_en. Acesso em: 28 maio 2024.

COOK, L.M.; LARSEN, T.A. Towards a performance-based approach for multifunctional green roofs: An interdisciplinary review. **Building and Environment**, v. 188, 107489, 2021. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107489

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CURITIBA. **Lei nº 16.361, de 27 de junho de 2024.** Dispõe sobre a concessão de potencial construtivo adicional, mediante Outorga Onerosa, Transferência do Direito de Construir e Cotas de Potencial Construtivo. Curitiba: Câmara Municipal, 2024. Disponível em: https://legisladocexterno.curitiba.pr.gov.br/VisualizarHTML.aspx?id=416150. Acesso em: 10 dez. 2025.

FRANÇA, K.C.B. de. **Estratégias locais para a construção de municípios resilientes, inclusivos e inovadores.** Brasília: CNM, 2023. 66 p. (Coleção Gestão Pública Municipal: XXIV Marcha a Brasília em Defesa dos Municípios – Edição 2023).

FURLANETI, M.; MORALES, A.G.; VILLAC, T. Transformações normativas do programa município verde-azul e sua integração com os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Revista Políticas Públicas & Cidades,** v. 14, n. 3, p. e1959, 2025. https://doi.org/10.23900/2359-1552v14n3-46-2025

GIEDYCH, R.; MAKSYMIUK, G.; CIESZEWSKA, A. Eco-Spatial Indices as an Effective Tool for Climate Change Adaptation in Residential Neighbourhoods-Comparative Study. **Land,** v. 13, n. 9, 1492, 2024. https://doi.org/10.3390/land13091492

GONÇALVES, P. G. (org.). **Integração entre espaço público e privado.** Belo Horizonte: Divisão de Consultoria Legislativa, Câmara Municipal de Belo Horizonte, 2024. (Série Políticas Públicas em Linguagem Cidadã, v. 1). Disponível em: https://cmbh.mg.gov.br/A-C%C3%A2mara/publica%C3%A7%C3%B5es/colet%C3%A2nea/integra%C3%A7%C3%A3o-entre-espa%C3%A7o-p%C3%BAblico-e-privado. Acesso em: 11 dez. 2025.

HEFFERNAN, T.; WHITE, S.; KRECHMER, T.; MANNA, N.; BERGERSON, C.; OLSEN, M.; CRUZ, J. Green stormwater infrastructure monitoring of Philadelphia's Green City. *In*: WORLD ENVIRONMENTAL AND WATER RESOURCES CONGRESS, 2016. **Proceedings** [...]. Reston: ASCE, 2016. https://doi.org/10.1061/9780784479889.013

JONGMAN, B.; OSMANOGLOU, D.; VAN ZANTEN, B. T.; GONZALEZ REGUERO, B.; MACFARLANE, D. M.; DUMA, L. J. **A catalogue of nature-based solutions for urban resilience**. Washington, D.C.: Grupo Banco Mundial, 2021. Disponível em: http://documents.worldbank.org/curated/en/502101636360985715. Acesso em: 7 jan. 2026.

KAZANCI, G.; GÜLÜMSER, A.A.; COSTA, J.P. Sponge city concepts in contemporary literature: trends, thematic clusters and challenges for sustainable urban water management. **Urban Water Journal**, v. 23, n. 2, p. 261-280, 2025. https://doi.org/10.1080/1573062X.2025.2571904

KHAVARIAN-GARMSIR, A.R.; SHARIFI, A.; SADEGHI, A. The 15-minute city: Urban planning and design efforts toward creating sustainable neighborhoods. **Cities**, v. 132, 104101, 2023. https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104101

KIHWAN, S.; SEOK, Y.; CHON, J. Nature-Based Restoration Simulation for Disaster-Prone Coastal Area Using Green Infrastructure Effect. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 4, 3096, 2023. https://doi.org/10.3390/ijerph20043096

LAGE, S. D. L. E.; BERNARDINI, S. P. Planejamento e gestão territorial de municípios de pequeno porte populacional: Relevância do Plano Diretor e adequação do Estatuto da Cidade aos municípios de até vinte mil habitantes. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, e20230314, 2024. https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230314

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

MAURER, M.; CHANG, P.; OLAFSSON, A.S.; MØLLER, M.S.; GULSRUD, N.M. A social-ecological-technological system approach to just nature-based solutions: A case of digital participatory mapping of meaningful places in a marginalized neighborhood in Copenhagen, Denmark. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 24, p. 1-13, 2023. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128120

MIRANDA, F.; FRANCO, A.B.; REZENDE, O.; COSTA, B.B.F. da; NAJJAR, M.; HADDAD, A.N.; MIGUEZ, M. A GIS-Based Index of Physical Susceptibility to Flooding as a Tool for Flood Risk Management. **Land,** v. 12, n. 7, 1408, 2023. https://doi.org/10.3390/land12071408

MONTEIRO, C.M.; MENDES, A.M.; SANTOS, C. Green Roofs as an Urban NbS Strategy for Rainwater Retention: Influencing Factors-A Review. **Water**, v. 15, n. 15, p. 2787, 2023. https://doi.org/10.3390/w15152787

MUÑOZ, L. S.; DUARTE, D. H. S. Green infrastructure as a planning tool: a comprehensive systematization of urban redesign strategies to increase vegetation within public places. **Cities**, v. 156, p. 105551, 2025. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2024.105551

NELO, L.; SILVA, L.F. da; RIBEIRO, A. Soluções Baseadas na Natureza para Mitigar o Calor Urbano: a Eficácia dos Corredores Verdes em Medellín, Colômbia. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 12, n. 36, p. 122-136, 2024. https://doi.org/10.17271/23178604123620245117

OLCINA, J.; MOROTE, Á. Enseñar a convivir con el riesgo. Importancia del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030). **Revista Ciência Geográfica**, v. 29, n. 1, p. 77-90, 2025. https://doi.org/10.18817/26755122.29.1.2025.4166

PAGANI, R. N.; PEDROSO, B.; SANTOS, C. B. dos; PICININ, C. T.; KOVALESKI, J. L. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting FInder and RankIn. **Quality & Quantity**, v. 57, p. 4563-4602, 2022. https://doi.org/10.1007/s11135-022-01562-y

PAULO, M. C. de; GRAJALES, D. P.; ALBUQUERQUE, J. P. de. Dados gerados por cidadãos, um complemento de adaptação climática: Um estudo de caso no Brasil. **AGILE GIScience Series**, v. 6, n. 20, 2025. https://doi.org/10.5194/agile-giss-6-20-2025

PONIŻY, L.; LATKOWSKA, M.J.; BREUSTE, J.; HURSTHOUSE, A.; JOIMEL, S.; KÜLVIK, M.; LEITÃO, T.E.; MIZGAJSKI, A.; VOIGT, A.; KACPRZAK, E.; MAĆKIEWICZ, B.; SZCZEPAŃSKA, M. The Rich Diversity of Urban Allotment Gardens in Europe: Contemporary Trends in the Context of Historical, Socio-Economic and Legal Conditions. **Sustainability**, v. 13, n. 19, 11076, 2021. https://doi.org/10.3390/su131911076

PORTO ALEGRE. **Lei Complementar nº 960, de 5 de outubro de 2022.** Institui o Programa +4D de Regeneração Urbana do 4º Distrito de Porto Alegre e estabelece regramentos urbanísticos específicos. Porto Alegre: Câmara Municipal, 2022. Disponível em: https://www.camarapoa.rs.gov.br/draco/processos/137898/LC_960.pdf. Acesso em: 11 dez. 2025.

SANCHES, J. R.; ARAÚJO JUNIOR, M. E. de. A centralidade dos planos diretores municipais e das soluções baseadas na natureza no enfrentamento das mudanças climáticas. **Revista**

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Brasileira de Direito Urbanístico – RBDU, Belo Horizonte: Fórum, v. 11, n. 20, p. 429-454, 2025. https://doi.org/10.55663/RBDU.v11.i20.ART16.PR

SANTOS, M. R. R. dos; FREIRIA, R. C. O estatuto da cidade e seu potencial na implementação de infraestruturas verdes. **Labor e Engenho**, Campinas, SP, v. 17, p. e023003, 2023. https://doi.org/10.20396/labore.v17i00.8671511

SANTOS, N. C. dos; WATANABLE, E.S.; GALLARDO, A.L.C.F.; BRITES, A.P.Z.; PEREIRA, H.M.S.B. Análise da aplicação da ferramenta Quota Ambiental no município de São Paulo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 20., 2023, Belém. **Anais** [...]. Belém: ANPUR, 2023.

SILVA, V. V. M.; UMBELINO, L.F.; LUGON JR, J.; COSTA, B. B. F. da. A brief survey on the legislation applied to floods and inundations in medium-sized municipalities in the state of Rio de Janeiro - Brazil. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 15, n. 1, p. 2-20, 2021. https://doi.org/10.19180/2177-4560.v15n12021p2-20

SOUZA, A. de A.; HURTADO, D.K.; FREITAS, J.S.; ARRUDA, N.B.P. de. Cidadania Ambiental e Sustentabilidade: o Estatuto das Cidades e a Eficácia da Cidadania Ambiental. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA,** v. 19, n. 5, p. e012387, 2025. https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n5-106

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **Implementing the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030**. 2015. Disponível em: https://www.undrr.org/implementing-sendai-framework/what-sendai-framework. Acesso em: 8 out. 2025.

VERÓL, A. P.; BIGATE LOURENÇO, I.; FRAGA, J. P. R.; BATTEMARCO, B. P.; LINARES MERLO, M.; CANEDO DE MAGALHÃES, P.; MIGUEZ, M. G. River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. **Sustainability,** v. 12, n. 11, 4677, 2020. https://doi.org/10.3390/su12114677

WERTHMANN, C.; SAPENA, M.; KÜHNL, M.; SINGER, J.; GARCIA, C.; MENSCHIK, B.; SCHÄFER, H.; SCHRÖCK, S.; SEILER, L.; THURO, K.; TAUBENBÖCK, H. Insights into the development of a landslide early warning system prototype in an informal settlement: the case of Bello Oriente in Medellín, Colombia. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 24, n. 5, 2024. https://doi.org/10.5194/nhess-2023-53

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.