18° ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

BELO HORIZONTE - MG
11 - 14 / AGOSTO

PAISAGENS EM DIÁLOGOS
TERRITÓRIOS, MEMÓRIAS E NATUREZAS

ENEPEA 2026

# MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS URBANAS ATRAVÉS DE ESPAÇOS LIVRES:

## Soluções baseadas na Natureza para atenuar crises climáticas

**ST1 – Paisagens e naturezas**

*SUSTAINABLE MANAGEMENT OF URBAN WATER THROUGH OPEN SPACES:*

*Nature-based Solutions to mitigate climate crises*

LAUTERT, Alice Rodrigues
Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) | Universidade Federal da Bahia| Salvador, BA, Br | alicelautert@ufba.br | ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0835-9312

OLIVEIRA, Liana Silvia de Viveiros e
Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) | Universidade Federal da Bahia| Salvador, BA, Br | liana.viveiros@ufba.br | ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5842-0169

AMORIM, Nayara Cristina Rosa
Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) | Universidade Federal da Bahia| Salvador, BA, Br | Professora do IFBA- Campus Ilhéus| Ilhéus, BA, Br | nayaraamorim@ufba.br | ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6653-457X

**RESUMO**

As cidades brasileiras enfrentam o agravamento de crises climáticas, com alagamentos e enchentes intensificados pela impermeabilização do solo e pela infraestrutura de drenagem tradicional (cinza). Este artigo investiga como os espaços livres podem atuar como ferramentas de resiliência urbana por meio do manejo sustentável das águas pluviais. O objetivo é sistematizar e relacionar conceitos de infraestrutura verde e azul, cidades-esponja e Soluções Baseadas na Natureza (SbN), demonstrando seu potencial para conciliar o urbano com a natureza e minimizar impactos socioambientais. Através de revisão bibliográfica, percebe-se que as SbN funcionam como conceito guarda-chuva, resultado de atualizações de termos históricos, mas na busca de integrar técnicas de infiltração, retenção e multifuncionalidade paisagística. Os resultados indicam que a aplicação dessas estratégias nos espaços livres promove serviços ecossistêmicos, reduz riscos de inundação, melhora a biodiversidade e a qualidade de vida, porém exige integração com políticas públicas, planos diretores e participação comunitária. Logo, o planejamento urbano deve priorizar a reintegração dos processos naturais para construir cidades mais adaptáveis e equitativas diante das mudanças climáticas.

**Palavras-chave**: manejo das águas urbanas; serviços ecossistêmicos; biodiversidade; infraestrutura verde; resiliência climática.

***ABSTRACT***

*Brazilian cities face intensified climate crises, with floods and inundations worsened by soil impermeabilization and conventional grey drainage infrastructure. This article investigates how open spaces can act as urban resilience tools through sustainable stormwater management. The objective is to systematize and relate the concepts of green and blue infrastructure, sponge cities, and Nature-based Solutions (NbS), demonstrating their potential to reconcile the urban environment with nature and minimize socio-environmental impacts. Through critical bibliographic review, NbS emerges as an umbrella concept that integrates infiltration, retention, and landscape multifunctionality techniques. Results indicate that applying these strategies in open spaces promotes ecosystem services, reduces flood risks, enhances biodiversity, and improves quality of life, although it requires integration with public policies, master plans, and community participation. Therefore, urban planning should prioritize the reintegration of natural processes to build more adaptable and equitable cities in the face of climate change.*

**Keywords:** *urban water management; ecosystem services; biodiversity; green infrastructure; climate resilience.*

## 1 INTRODUÇÃO

Que as cidades estão em pleno crescimento e a população urbana no Brasil tem se tornado cada vez maior são constatações já amplamente conhecidas. Com tal expansão e consolidação, o poder público e suas esferas de planejamento devem direcionar sua atenção às demandas por infraestrutura adequada nos mais diversos níveis para o atendimento da população. Entretanto, concomitante com esse crescimento, o cenário urbano se defronta com os efeitos e impactos negativos decorrentes das mudanças climáticas, cujas consequências tendem a alcançar especialmente a população que vive em situação de vulnerabilidade social. Segundo o Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima de 2023, as mudanças climáticas atingem a atmosfera, oceano e biosfera, causando eventos meteorológicos extremos, com perdas e danos à natureza e às pessoas, sendo que as comunidades mais afetadas são as que menos contribuíram historicamente para tais mudanças (IPCC, 2023).

Dessa forma, faz-se necessário que na esfera do planejamento urbano haja discussões sobre as possibilidades de lidar com as cidades a partir de suas relações ambientais, a fim de minimizar os efeitos das crises climáticas. Mesmo que as relações com a natureza tenham sido ignoradas em diversos locais nos últimos anos, é imprescindível reintegrar os processos que prezem pela biodiversidade dentro dos planos de ação das cidades, especialmente os voltados ao manejo sustentável das águas pluviais urbanas (Herzog, 2013; Alencar *et al*., 2025).

Para isso, outras formas de enfrentamento podem ser estudadas e aplicadas no âmbito do planejamento urbano. A compreensão e aplicação de conceitos como infraestrutura verde e azul, cidade-esponja e Soluções baseadas na Natureza (SbN) apontam caminhos interessantes para cidades que visam gerenciar seus espaços livres e construídos de forma harmônica e minimizar os impactos diante de tais perspectivas. Através desses recursos, percebe-se um movimento de criação de paisagens urbanas cujo objetivo é recuperar as funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais para um maior conforto ambiental e qualidade de vida, prezando pelo manejo sustentável das águas urbanas e pela biodiversidade (Cormier; Pellegrino, 2008).

Esse estudo faz parte de uma pesquisa de doutorado em andamento que investiga como é possível elaborar um modelo de planejamento sistêmico baseado em SbN para contribuir com a resiliência climática das cidades, a partir de seus espaços livres e corpos hídricos. Tem como objetivo sistematizar, apresentar e relacionar os conceitos anteriormente citados, a fim de compreender quais aplicações podem ser feitas no planejamento que harmoniza o urbano com a natureza. Para isso, a abordagem será através de revisão bibliográfica para compreensão dos termos e correlação posterior com a situação das cidades brasileiras e suas tendências frente às mudanças climáticas.

## 2 ESPAÇOS LIVRES E MANEJO DAS ÁGUAS URBANAS

A configuração urbana de diversas cidades brasileiras é decorrente de ocupação espontânea e sem planejamento, o que resulta na população morando em áreas sem infraestrutura adequada e com manutenção precária. A drenagem insuficiente em muitas dessas áreas, aliada ao fato de haver construções em locais com risco de inundação e a políticas de controle de cheias pouco eficazes, pode levar a desastres (Lautert; Amorim; Oliveira, no prelo). Há pouco tempo, foi

possível acompanhar o episódio das enchentes no Rio Grande do Sul, em 2024, que exemplifica essa triste realidade, em que a infraestrutura urbana se mostrou vulnerável diante dos efeitos das mudanças climáticas. Cada vez mais, faz-se necessário debater e traçar estratégias para um urbanismo resiliente.

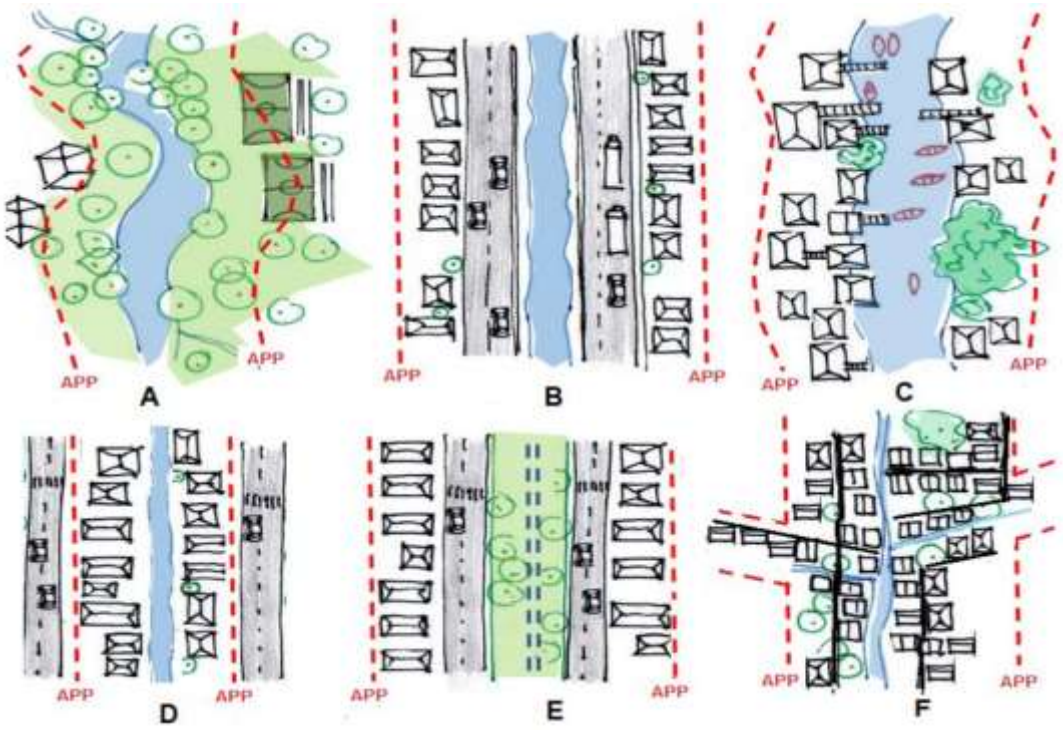
Segundo Tucci (2001), no Brasil não há incentivo para a prevenção de problemas definitivos, visto que, após a emergência, grandes quantidades de recursos financeiros são liberadas aos municípios. Infelizmente, as calamidades surgem primeiro, para depois gerar efeitos legislativos ou práticos, expondo a vulnerabilidade socioambiental à qual a população está exposta. E são nas cidades que se percebem os maiores impactos decorrentes das mudanças climáticas, de ordem econômica, social e ambiental (Herzog, 2013).

Nesse contexto, diversas estratégias se apresentam como caminhos para a reflexão e a construção de uma alternativa de urbanismo resiliente e inclusivo. Dentre os conceitos que se destacam, a compreensão da relação entre espaços livres e o manejo das águas urbanas, infraestrutura verde e azul, o termo cidade-esponja e Soluções baseadas na Natureza ganham relevância ao contribuírem diretamente para a permeabilidade dos solos urbanos e para a melhoria do ciclo hidrológico, alinhando-se às demandas contemporâneas de adaptação climática e de gestão sustentável do território.

A cidade se configura através de seus espaços livres e espaços edificados, além de suas muitas camadas. O espaço livre é o elemento integrador da paisagem urbana, um espaço democrático, onde ocorre grande parte da vida citadina, bem como palco de conflitos e acordos da sociedade, e ainda relevante na constituição de áreas de drenagem urbana (Magnoli, 2006; Macedo *et al*., 2012). Aliás, a relação das cidades com as águas entra em debate, pois a coexistência de áreas urbanizadas e áreas com corpos hídricos consiste num desafio que demanda o diálogo de diversos campos do conhecimento (Anelli, 2015).

Em teoria, os cursos d'água que definem os sistemas de drenagem poderiam ser conjugados com o sistema de espaços livres, por meio de corredores verdes, parques lineares e outras configurações que manteriam os fluxos ecológicos e ambientais (Battemarco *et al.*, 2018). Contudo, o que se percebe – especialmente no cenário brasileiro – é a redução do espaço para o ciclo natural da água e de sua presença visível nas cidades. Quando é possível compatibilizar os corpos hídricos em espaços livres, especialmente parques, são muitas as vantagens para a população, mas infelizmente é comum encontrar configurações de rios canalizados ou até mesmo invisibilizados por meio de tamponamentos (Figura 1). Pela proximidade com as residências, são encontrados também em meio a assentamentos informais, o que aumenta a exposição a riscos. Diante das mudanças climáticas e meteorológicas, as águas são vistas como úteis (para sobrevivência e biodiversidade), porém, igualmente ameaçadoras quando resultam em inundações e alagamentos (Moraes, 2019).

Figura 1: Possíveis configurações dos cursos d'água em meio aos espaços livres da cidade e delimitações da Área de Preservação Permanente (APP).




Fonte: Amorim, 2024.

O problema da crescente impermeabilização do solo acomete tanto as cidades brasileiras como as da América Latina e tantas outras de países em desenvolvimento, que com a densificação urbana vivenciam frequentes inundações dos rios urbanos (Tucci, 2004). As soluções de engenharia são necessárias, as chamadas *infraestruturas cinzas*, porém, costumam ter elevado custo integrado. Os dispositivos de controle, como canalizações, diques com bombas, reversões e barragens, podem sanar pontos críticos, mas também podem transferir a inundação de um lugar para outro na bacia (Tucci, 2001).

Assim, a drenagem urbana não pode ser vista de forma isolada do planejamento urbano e desconectada dos espaços livres, e sim a partir da correta compreensão do manejo das águas pluviais urbanas e dos locais geologicamente adequados para os corpos hídricos (Mendes; Santos, 2022). As cidades brasileiras passam por crescimento com e sem planejamento, em espaços formais e informais, e têm dificuldades para lidar com tais desafios, principalmente ao ocorrerem eventos climáticos atípicos. Por isso, a relevância de incorporar o termo "manejo" no enfrentamento de tais problemáticas, pois inclui uma série de técnicas para administrar e conduzir as águas na paisagem urbana. O manejo das águas pluviais urbanas contemplará, além da drenagem, também a detenção, retenção, infiltração, evaporação, tratamento e aproveitamento das águas urbanas (Alencar *et al*., 2025).

As dificuldades encontradas no cenário brasileiro para encarregar-se desses desafios passam por diversas esferas. Estruturalmente, cerca de um quarto dos municípios brasileiros não possui qualquer sistema de manejo ou drenagem pluvial (1377), sendo que apenas 2% (122) possuem tratamento de águas pluviais (Brasil, 2025b). Tucci (2004), em suas muitas pesquisas sobre o

tema, constata a falta de conhecimento generalizada sobre o assunto, mesmo entre profissionais de engenharia, para o devido planejamento, controle e gestão dos sistemas. A falta de integração entre planejamento urbano e recursos hídricos pode acarretar a degradação dos corpos d'água, os quais costumam ser utilizados como canais de drenagem sem o cuidado devido (Alencar *et al.*, 2025). Em geral, a falta de conscientização ambiental, ausência de políticas públicas, financiamentos, parcerias e planos diretores específicos para o manejo sustentável das águas urbanas surge como fator dificultador, sendo os casos de gestões municipais com sistemas sustentáveis de drenagem as exceções à regra (Mendes; Santos, 2022). No Brasil, apenas 231 municípios têm Plano Diretor de Drenagem Urbana ou similar, ou seja, 4% dos 5570 municípios (Brasil, 2025b).

Um aceno em direção ao preenchimento dessas lacunas identificadas foi a aprovação, em 2025, da Norma de Referência nº 12 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que trata dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. A resolução contribui ao estabelecer parâmetros e definir conceitos que podem fornecer uma base sólida para planos futuros para os municípios e legislações. Um exemplo é a definição de Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU): "instrumento de planejamento municipal ou regional que orienta ações para o atendimento aos objetivos dos serviços DMAPU, integrado ao Plano de Saneamento Básico e articulado às demais políticas de planejamento urbano" (Brasil, 2025a). Assim, através de orientações de um corpo técnico, são lançadas mais bases rumo ao manejo sustentável das águas urbanas para as cidades brasileiras. Seguindo nessa direção, serão explanadas na sequência algumas das estratégias para alcançar tais objetivos.

## 3 ESTRATÉGIAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS URBANAS

### 3.1 Infraestrutura Verde e Azul e seus precursores

Como forma de propor estratégias complementares e alternativas às soluções tradicionais de infraestrutura cinza, organizações e governos criaram medidas em diversos países ao longo dos últimos anos, em virtude também do crescente consumo e da urbanização. A partir de regulamentações ambientais aliadas a tecnologias e aportes financeiros, países têm buscado atenuar os efeitos adversos da expansão urbana sobre os recursos hídricos e promover avanços na qualidade da água e seus efeitos sobre as cidades (Alencar *et al.*, 2025).

Dessa forma, diversos conceitos emergiram, cada um com sua contribuição para o debate. Nos Estados Unidos, surgiram na década de 1970 as Melhores Práticas de Manejo (*Best Management Practices – BMP*), com a finalidade de controlar a poluição em corpos d'água. Essas práticas foram motivadas pela necessidade de reduzir o escoamento superficial poluído de áreas urbanas e agrícolas, incorporando técnicas como bacias de detenção, filtros de vegetação e controles de erosão para melhorar a qualidade da água e proteger ecossistemas aquáticos (Environmental Protection Agency, 1999). Posteriormente, o Desenvolvimento de Baixo Impacto (*Low Impact Development – LID*) evoluiu a partir das BMP nos anos 1990, como uma abordagem mais integrada e projetual. O LID foi desenvolvido em resposta ao reconhecimento de que o desenvolvimento urbano tradicional gerava inundações e degradava habitats, promovendo estratégias como pavimentos permeáveis, telhados verdes e jardins de chuva para mimetizar processos hidrológicos naturais e minimizar impactos ambientais no local (Condado de Prince George's, 1999).

No Reino Unido, os Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável (*Sustainable Urban Drainage Systems – SUDS*) surgiram na década de 1990, influenciados pela crescente preocupação com inundações urbanas e com a sustentabilidade ambiental. Os SUDS foram motivados pela necessidade de substituir sistemas de drenagem convencionais por soluções multifuncionais que priorizassem a infiltração, evapotranspiração e tratamento natural da água, integrando elementos como lagoas de retenção e biovaletas. Na Austrália, o Design Urbano Sensível à Água (*Water Sensitive Urban Design – WSUD*) surgiu igualmente no final da década de 1990, particularmente em resposta à escassez hídrica crônica e à urbanização rápida em regiões áridas, como em Melbourne e Sydney. Esse conceito foi desenvolvido para promover um design urbano que considerasse o ciclo da água como elemento central do planejamento, incorporando reuso de águas pluviais, corredores verde-azuis e gestão integrada de bacias para fomentar a resiliência climática e a eficiência no uso de recursos hídricos (Fletcher *et al*., 2015).

Já a Infraestrutura Verde (*Green Infrastructure*, ou IV) consolidou-se como uma abordagem abrangente para o manejo sustentável das águas urbanas, expandindo o escopo das soluções anteriores ao incorporar redes interconectadas de espaços verdes e azuis que proporcionavam múltiplos benefícios ecossistêmicos. Usado pela primeira vez em 1994 em um relatório dos Estados Unidos, o termo popularizou-se no início do século XXI, ao defender a ideia de que os sistemas naturais são elementos que complementam a infraestrutura tradicional, ou infraestrutura cinza (Firehock, 2010). Para Benedict e McMahon (2002), pode até se tratar de um termo novo, porém, não é uma ideia nova, e sim baseada em preservar e interligar áreas naturais no meio urbano para beneficiar a biodiversidade e as pessoas. Ao compreender que não apenas os espaços verdes são contemplados pela IV, mas que os corpos hídricos são tão relevantes quanto, atualmente usa-se o complemento "azul" ao termo, tratando então de Infraestrutura Verde-Azul (IVA).

Quadro 1: Comparação entre os termos históricos que tratam do manejo sustentável de águas urbanas.

| Conceito | Origem/Ano | Foco principal | Relação com espaços livres | Limitações |
|---|---|---|---|---|
| **BMP** | EUA, 1970 | Controle de poluição em escoamento | Baixa (foco técnico, pouco paisagístico) | Pouco integrado à paisagem e aos espaços livres |
| **LID** | EUA, 1990 | Mimética dos processos naturais no lote | Média (pavimentos permeáveis, jardins de chuva) | Escala pequena, difícil aplicação em grandes áreas |
| **SUDS** | Reino Unido, 1990 | Multifuncionalidade e sustentabilidade | Alta (biovaletas, lagoas de retenção) | Pouca adaptação ao clima tropical brasileiro |
| **WSUD** | Austrália, 1990 | Sensibilidade à água em todo o planejamento | Alta (corredores verde-azuis, reuso da água) | Desenvolvido para escassez hídrica, não para enchentes intensas |
| **GI (IVA)** | EUA, 1994, popularizado em 2006 | Rede integrada de espaços verdes e azuis que complementam a infraestrutura cinza | Muito alta (parques, corredores verdes, telhados verdes e áreas permeáveis) | Alto custo inicial, falta de integração com planos diretores municipais |

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Fletcher *et al*. (2015) e Alencar *et al*. (2025)

Apesar de origens geográficas e contextuais distintas, esses conceitos compartilham similaridades fundamentais na estratégia de manejo das águas urbanas e diferenciam-se entre

si devido à época de surgimento e ao contexto, conforme demonstrado pelo comparativo no Quadro 1. As BMP representam uma abordagem inicial mais regulatória e técnica, enquanto o LID evolui para um paradigma projetual mais geral nos EUA; os SUDS enfatizam a sustentabilidade multifuncional no contexto europeu, e o WSUD destaca a sensibilidade à água em cenários de escassez (Fletcher *et al*., 2015). A IVA, por outro lado, evoluiu como um conceito mais amplo em comparação aos anteriores, abrangendo não apenas práticas pontuais de manejo de águas pluviais, mas uma rede integrada de elementos naturais (ecossistemas, corredores verdes, telhados verdes, jardins filtrantes etc.), planejados em escalas variadas, desde o lote até o bairro e a bacia hidrográfica. Apresenta-se como o conceito mais próximo das Soluções baseadas na Natureza. No geral, a maioria dos conceitos foi desenvolvida em contextos climáticos, econômicos e institucionais bastante distintos do brasileiro, por isso, exigem adaptações técnicas, normativas e também culturais para sua aplicação.

### 3.2 Cidades-esponja

O conceito de Cidade-esponja reúne termos já abordados a fim de reordenar o ciclo da água nas cidades, dando espaço para que a água flua. Segundo um de seus idealizadores, o arquiteto chinês Kongjian Yu (2019), na cidade-esponja o planejamento urbano deve priorizar a liberdade do fluxo da água em detrimento das soluções tradicionais de engenharia, que muitas vezes sufocam os sistemas naturais. Essa transição é viabilizada por estratégias de infraestrutura verde e azul, como biovaletas, jardins de chuva, telhados verdes, parques inundáveis e florestas urbanas, que atuam de forma integrada para aumentar a resiliência das cidades. Ao mimetizar os processos hidrológicos originais, esse modelo não apenas reduz os impactos de cheias, estiagens e do avanço oceânico, como também atua na mitigação climática via captura de carbono e restauração da diversidade biológica (Yu, 2025).

Na China, o “Programa Cidades Esponja” foi lançado como uma política de Estado em 2015, três anos após grandes enchentes em Pequim, e transformou diversas cidades e espaços livres públicos a partir de princípios baseados em saberes ancestrais no convívio com a água. Por meio de sistemas de absorção, armazenamento, filtragem e de grandes parques, foi possível minimizar os riscos de inundações e alagamentos e até melhorar a qualidade hídrica (Alencar *et al*., 2025). Assim, grandes cidades chinesas receberam recursos para o investimento nesses projetos visando transformá-las em sistemas vivos capazes de absorver, armazenar, infiltrar, reutilizar e evaporar a água da chuva de forma distribuída e multifuncional, reduzindo enchentes, recarregando aquíferos, mitigando ilhas de calor e aumentando a biodiversidade (Figura 2). As estratégias de absorção, desaceleração e adaptação resultaram em espaços multifuncionais e adaptados em momentos de enchentes e que garantissem água em período de seca.

Figura 2: Parque Yanweizhou, em Jinhua, China, com uso formal em dias sem precipitação (acima) e como um parque alagável em dias de alta precipitação (abaixo).



Fonte: Turenscape, 2014.

O conceito de cidade-esponja tem se expandido para além dos territórios chineses, visto que os resultados estão sendo acompanhados e replicados. A partir do momento em que a água recebe seu espaço, as estratégias de IVA estruturam a cooperação entre os elementos naturais. Água essa, cuja presença indica a existência de habitats além do terrestre, o que implica maior diversidade de espécies ao contemplar os ambientes aquáticos ou alagadiços (Sanches, 2025). Juntamente com as estratégias abordadas anteriormente, percebe-se que todas compartilham o mesmo objetivo: reduzir o escoamento rápido da água da chuva, promover a infiltração no solo e melhorar a qualidade da água nas cidades (Lautert; Amorim; Oliveira, no prelo).

### 3.3 Soluções baseadas na Natureza

As abordagens até então apresentadas detêm um ponto em comum, pois partem do princípio de projetar com a natureza. Esse conceito foi tratado por Benedict e McMahon em 2006, no

livro *Green Infrastructure*, que defende a integração real e funcional da natureza ao planejamento urbano (Herzog, 2013). O conceito de Soluções baseadas na Natureza (SbN), divulgado em 2016 e derivado do termo internacional *Nature-based Solutions* (NbS), busca incorporar técnicas ecológicas mesmo em áreas densamente urbanizadas. Sua definição explica que essas soluções operam através de processos e sistemas naturais para enfrentar desafios de natureza ambiental, social e econômica, gerando benefícios simultâneos à qualidade de vida humana e à manutenção da biodiversidade (Cohen-Shacham *et al*., 2016).

As SbN trazem uma perspectiva nova sobre formas antigas de manejo das águas urbanas e da biodiversidade. Como nas cidades-esponja, que resgataram os saberes ancestrais chineses, parte-se de princípios inspirados também em sociedades pré-colombianas que integravam a drenagem às suas dinâmicas culturais e locais a partir da multifuncionalidade (Sandre *et al*., 2025). Atualmente, além das SbN contribuírem com a resiliência nas cidades diante dos impactos da crescente impermeabilização do solo e efeitos das mudanças climáticas, elas trazem outros benefícios, como a conservação da biodiversidade, melhoria da qualidade do ar, da saúde e bem-estar (Alencar *et a*l., 2025; Carbone, 2024). Conforme a Norma de Referência nº 12, as SbN incluem ações para proteger, conservar, restaurar e gerenciar ecossistemas terrestres, de água doce, costeiros e marinhos, sejam naturais ou construídos (Brasil, 2025a).

De uma forma geral, é possível compreender as SbN como um conceito guarda-chuva que abriga as definições trazidas anteriormente e ainda outras que não foram aqui abordadas, como Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), Serviços Ecossistêmicos, Trama Verde-Azul e muitas outras, visto que o objetivo dessa discussão não é esgotar o tema. Busca-se compreender o termo e seu potencial de aplicação, especialmente no contexto brasileiro de cidades que sofrem com eventos naturais e antrópicos.

Os exemplos de SbN envolvem estratégias vinculadas à IV, como jardim de chuva, canteiro pluvial, biovaleta, escada hidráulica vegetada, restauração de matas ciliares etc., que envolvem o cuidado com os ecossistemas (Figura 3). Para entender se uma medida corresponde a SbN ou não, deve-se compreender que ela deve gerar simultaneamente benefícios sociais, econômicos e ambientais com ganhos para a biodiversidade. Dessa maneira, algumas estratégias de sustentabilidade não se enquadram como SbN, como painéis fotovoltaicos, geradores de energia eólica ou cisternas, porém têm sua relevância no cuidado ambiental.

Figura 3: Exemplos de SbN para mitigação de inundações e/ou fitorremediação das águas.




Fonte: Sandre *et al.*, 2024.

Para auxiliar na compreensão e coexistência de termos tão similares, pode-se dizer que a infraestrutura verde, ao funcionar como uma rede planejada de espaços livres, oferece a base estrutural na qual as SbN serão aplicadas (Sandre *et al.*, 2025). Nos grandes centros urbanos densos, as SbN podem atuar no sentido de complemento à infraestrutura cinza, sendo necessário, entretanto, um planejamento cuidadoso, multidisciplinar e a integração de diferentes setores da sociedade, bem como o monitoramento sistêmico, identificação constante de novas demandas ambientais e sociais e o envolvimento comunitário (Alencar *et al*., 2025; Amorim, 2024). Contudo, no Brasil, o grande desafio não é conceituar, mas implementar essas soluções em um contexto de desigualdade socioespacial e restrições orçamentárias.

## 4 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, VULNERABILIDADES E TENDÊNCIAS URBANAS

A relação entre mudanças climáticas e cidades exige análise em duas vias simultâneas: a urbanização como agente promotor do aquecimento do clima e as cidades como entidades marcadas pela desigualdade de seus assentamentos, afetadas diretamente pelos efeitos climáticos (Anelli, 2020). No Brasil, o crescimento urbano desordenado, aliado à impermeabilização acelerada e à insuficiência de sistemas de drenagem, amplifica eventos extremos. O Relatório do IPCC (2023) aponta que os eventos meteorológicos intensos já causam perdas e danos desproporcionais às populações em situação de vulnerabilidade socioambiental, especialmente em assentamentos informais e áreas de encostas.

Na legislação brasileira, a adaptação às mudanças climáticas é um dos fatores principais das ações da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187 de 2009) e do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (2016). Contudo, nessas legislações os conceitos de SbN ou similares ainda não estão presentes. A Norma de Referência nº 12/2025 da ANA representa um avanço ao definir infraestrutura verde, azul e cinza e ao exigir integração com planos de saneamento, mas ainda carece de implementação obrigatória e recursos específicos.

Os dados da realidade brasileira, segundo o IBGE (2022), revelam que mais de 13,6 milhões de brasileiros vivem em áreas de risco geológico e hidrológico, sendo que 60% dessas áreas estão localizadas em regiões metropolitanas do Nordeste e Sudeste. A capital baiana de Salvador se destaca como um dos casos mais graves do país: com mais de 2,4 milhões de habitantes e topografia acidentada, a cidade registra, anualmente, dezenas de episódios de alagamentos e deslizamentos, concentrados especialmente em encostas e em fundos de vales ocupados por assentamentos informais (IBGE, 2022; CODESAL, 2024). Essa vulnerabilidade não é apenas climática, também socioespacial, pois enquanto bairros de maior renda contam com melhor infraestrutura de drenagem, as populações de baixa renda (cerca de 40% da população soteropolitana) vivem em áreas de alto risco sem proteção adequada (Moraes, 2019). Essa desigualdade expõe problemas estruturais do planejamento urbano brasileiro, como a ausência de integração real entre os sistemas de espaços livres, os corpos hídricos e as políticas de adaptação climática, que perpetuam um modelo reativo, tratando os efeitos das chuvas extremas como emergências pontuais em vez de oportunidades para reconectar a cidade com seus processos naturais.

Nesse cenário, as tendências urbanas apontam para a necessidade de ir além do foco exclusivo em quantidade e qualidade da água, para, então, incorporar aspectos sociais, econômicos e de adaptação climática na escala da paisagem urbana. Cidades como Melbourne, Wuhan, Singapura, Toronto e Curitiba demonstram que a implementação de SbN por meio de parques alagáveis, infiltração e corredores verde-azuis não apenas mitiga riscos de inundação e melhora a qualidade da água, mas também promove biodiversidade, oferece espaços recreativos e reduz estresse térmico e psicológico (Alencar *et al*., 2025; Sandre *et al*., 2025).

Conhecer exemplos contribui com o repertório de experiências urbanas de integração entre espaços livres e drenagem sustentável (Figura 4). Em Curitiba, seu sistema de parques combina funções de lazer público com bacias de detenção e retenção de águas pluviais, atuando como infraestrutura verde multifuncional, como o caso do Parque Barigui. Esses espaços reduzem picos de vazão durante eventos extremos, aumentam a biodiversidade e proporcionam áreas de convívio para a população. No contexto latino-americano, os *Parques del Río* em Medellín,

Colômbia, demonstram como a renaturalização de um rio canalizado transformou uma área de risco em um grande corredor verde com funções de retenção, infiltração e recreação. Amplos espaços de lazer, recreação e contato com a natureza foram criados a partir desse projeto que utilizou SbN em sua aplicação (Gomez; Taborda, 2020).

Figura 4: Parque Barigui, em Curitiba (acima) e Parques del Río, em Medellín (abaixo).



Fonte: Prefeitura de Curitiba, 2024 e Gomez; Taborda, 2020.

Ao utilizar os espaços livres com estratégias de infraestrutura verde e azul, pode-se lidar com o manejo hídrico, integrar a paisagem e contribuir com a resiliência climática urbana. Medidas pontuais de SbN, como jardins de chuva, canteiros pluviais e jardins filtrantes, igualmente

podem trazer sua contribuição, ao atuar no sentido de estabelecer uma acupuntura urbana com a mesma finalidade das grandes intervenções.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo sustentável das águas urbanas nos espaços livres revela-se estratégico para enfrentar as crises climáticas contemporâneas. Os conceitos de infraestrutura verde e azul, cidades-esponja e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) não são modismos isolados, mas ferramentas interconectadas que permitem reintegrar os processos naturais ao planejamento urbano, recuperando funções ecológicas e hidrológicas perdidas pela urbanização convencional.

A aplicação dessas abordagens nos espaços livres, sejam parques, corredores verdes, praças ou áreas de APP, possibilita reduzir o escoamento superficial, aumentar a infiltração, melhorar a qualidade da água e gerar múltiplos benefícios sociais (saúde, lazer, bem-estar) e ambientais (biodiversidade, regulação microclimática). Aos poucos, projetos são implantados em diversos países e pode-se acompanhar seus exemplos para perceber que, quando integradas aos planos municipais e legislativos, as SbN produzem cidades mais resilientes, inclusivas e adaptáveis.

Apesar dos avanços conceituais, a implementação ainda esbarra em barreiras institucionais e na falta de financiamento, como apontado por Mendes e Santos (2022). Muitos são os desafios: ausência de planos diretores específicos de drenagem na maioria dos municípios brasileiros, fragmentação institucional, falta de capacitação técnica e prioridade ainda dada a soluções emergenciais. A Norma de Referência nº 12/2025 da ANA e pesquisas cada vez mais difundidas sobre o tema oferecem oportunidades, mas sua efetividade dependerá de vontade política, financiamento sustentável e participação comunitária.

Logo, o planejamento urbano brasileiro precisa ir além da lógica reativa e adotar uma visão sistêmica que trate o manejo das águas urbanas integrado aos espaços livres como infraestrutura essencial. Projetar com a natureza, e não contra ela, é o caminho para minimizar os efeitos das mudanças climáticas, promover justiça socioambiental e construir cidades resilientes daqui para frente.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Juliana Caroline de; MARTINS, José Rodolfo Scarati; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita; MARCHIONI, Mariana. Novos caminhos para o manejo sustentável das águas pluviais urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 22, n. 2025, 2025. DOI: https://dx.doi.org/10.21168/rega.v22e8. Acesso em: 11 fev. 2026.

AMORIM, Nayara Cristina Rosa. Configurações fluviais e urbanas: uma análise dos espaços livres. **Oculum Ensaios**, São Paulo, v. 21, p. 1–11, 2024. DOI: 10.24220/2318-0919v21e2024a5316.

Disponível em: https://periodicos.puc-campinas.edu.br/oculum/article/view/5316. Acesso em: 25 mar. 2026.

ANELLI, Renato Luiz Sobral. Uma nova cidade para as águas urbanas, **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 69-84, 2015. DOI: http://doi.org/10.1590/S0103-40142015000200005. Acesso em: 03 fev. 2026.

ANELLI, Renato Luiz Sobral. As cidades e o aquecimento global: desafios para o planejamento urbano, as engenharias e as ciências sociais e básicas. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 4–17, 2020. DOI: 10.47842/juts.v3i1.17. Acesso em: 03 fev. 2026.

BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green Infrastructure**: Smart Conservation for the 21st century. Washington DC: Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series, 2002.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Resolução nº 245, de 17 de março de 2025**. Aprova a Norma de Referência nº 12/2025 que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2025a. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoesregulatorias/2025/245. Acesso em: 11 fev. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Relatório dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**: SINISA 2025 (ano de referência 2024). Brasília: Ministério das Cidades, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/RELATORIO_SINISA_AGUAS_PLUVIAIS_2025.pdf. Acesso em: 19 fev. 2026.

CARBONE, Amanda Silveira. **Soluções baseadas na natureza - SbN (Palestra).** YouTube, CRBio-01, 04 jun. 2024. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=-8lQgIY3f3I&t. Acesso em: 28 out. 2025.

CODESAL - DEFESA CIVIL DE SALVADOR. **RELATÓRIO ANUAL 2024**. Salvador, 2024. Disponível em: https://codesal.salvador.ba.gov.br/wp-content/uploads/2025/09/6.2-Relatorio-Anual-2024.-FINAL-para-site.pdf. Acesso em: 03 dez. 2025.

COHEN-SHACHAM, Emanuelle; WALTERS, Gretchen; JANZEN, Christine; MAGINNIS, Stewart. (Ed.) **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland, Suíça: IUCN, 2016. Disponível em: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf. Acesso em: 05 dez. 2025.

CONDADO DE PRINCE GEORGE'S. **Low-Impact Development Design Strategies**: An Integrated Design Approach. Departamento de Recursos Ambientais, Maryland, 1999. Disponível em: https://www.princegeorgescountymd.gov/sites/default/files/media-document/dcv86_low-impact-development-design-strategies-pdf.pdf. Acesso em: 02 mar. 2026.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo R. M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Revista Paisagem Ambiente**, São Paulo, n. 25, p. 127-142, 2008. Disponível em: https://revistas.usp.br/paam/pt_BR/article/view/105962. Acesso em: 03 fev. 2026.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Preliminary Data Summary of Urban Storm Water**: Best Management Practices. Office of Water, Washington DC, 1999. Disponível em:

https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-11/documents/urban-stormwater-bmps_preliminary-study_1999.pdf. Acesso em: 02 mar. 2026.

FIREHOCK, Karen. **A short history of the term Green Infrastructure and Selected Literature**, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/4690590/A_Short_History_of_the_Term_Green_Infrastructure_and_Selected_Literature. Acesso em: 02 mar. 2026.

FLETCHER, Tim D. *et al*. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015. DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314. Acesso em: 19 fev. 2026.

GOMEZ, Sebastian M.; TABORDA, Juan D. H. Parques del Río, Medellín. **Bienal internacional de paisaje de Barcelona**, 2020. Disponível em: https://landscape.coac.net/parques-del-rio-medellin. Acesso em: 25 mar. 2026.

HERZOG, Cecília Polacow. **Cidade para todos**: (re)aprendendo a conviver com a natureza. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2022: população de Salvador**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/salvador/panorama. Acesso em: 03 fev. 2026.

IPCC, 2023. **Mudança do clima 2023**: Relatório Síntese. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Lee, H.; Romero, J. (Eds). Genebra, Suíça, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc/arquivos/pdf/copy_of_IPCC_Longer_Report_2023_Portugues.pdf. Acesso em: 30 jan. 2026.

LAUTERT, Alice Rodrigues; AMORIM, Nayara Cristina Rosa; OLIVEIRA, Liana Silvia de Viveiros e. Benefícios de uma Cidade esponja: Contribuições das SbN conforme o Plano de Ação Climática de Salvador. In: 8º Congresso Internacional de Arquitetura da Paisagem. **Anais**... Rio de Janeiro, no prelo.

MENDES, Alesi Teixeira; SANTOS, Gesmar Rosa dos. Drenagem e manejo sustentável de águas pluviais urbanas: o que falta para o Brasil adotar? **Texto para Discussão n° 2791**. Rio de Janeiro: IPEA, 2022. DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2791. Acesso em: 08 fev. 2026.

MORAES, Luiz Roberto Santos. Águas urbanas e saneamento básico no PDDU 2016: da letra da Lei à necessidade de efetiva implementação. In: GOMES, Hortênsia; SERRA, Ordep; NUNES, Débora (org.). **Salvador e os descaminhos do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**: construindo novas possibilidades. Salvador: EDUFBA, 2019. p. 257-302. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/handle/ri/30600. Acesso em: 03 fev. 2026.

PREFEITURA DE CURITIBA. **Parque Barigui de Curitiba**, Curitiba, 2024. Disponível em: https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/parque-barigui-de-curitiba/292. Acesso em: 25 mar. 2026.

SANCHES, Patrícia. Ecologia da paisagem: antes de projetarmos, precisamos planejar! *In*: SANCHES, Patrícia; BIZUTI, Denise (Org.). **Ecologia aplicada ao paisagismo**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2025.

SANDRE, Adriana A. *et al*. **Catálogo de soluções baseadas na natureza para espaços livres**. 2. ed. GIZ: Guajava Arquitetura da Paisagem e Urbanismo, Aquaflora Meio Ambiente, Kralingen Economia Ambiental, 2024. Disponível em: https://cdn.paniclobster.com/hackathons/chamada-rs/catalogo-solucoes.pdf. Acesso em: 03 mar. 2026.

SANDRE, Adriana A.; AYRES NETA, Carmen B. N.; TOMINAGA, Érika N. de S.; GONÇALVES, Filipe C.; GRACIOSA, Melissa C. P.; POMBO, Riciane M. R. Soluções baseadas na natureza para projetos de infraestrutura verde e drenagem urbana em espaços livres. *In*: SANCHES, Patrícia; BIZUTI, Denise (Org.). **Ecologia aplicada ao paisagismo**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2025.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.21168/rega.v1n1.p59-73. Acesso em: 19 fev. 2026.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TURENSCAPE. **Jinhua Yanweizhou Park**. 19 dez. 2014. Disponível em: https://www.turenscape.com/en/project/detail/4629.html. Acesso em: 23 mar. 2026.

YU, Kongjian. Sponge Planet: nature-based infrastructure for climate adaptation beyond concrete. **Landscape Architecture Frontiers**, Pequim, v. 13, n. 5, p. 5-16, 2025. DOI: http://doi.org/10.15302/J-LAF-0-020052. Acesso em: 28 nov. 2025.

YU, Kongjian. **This man is turning cities into giant sponges to save lives | Pioneers for Our Planet**. World Economic Forum, YouTube, 28 ago. 2019. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=U37gst79pGc. Acesso em: 05 dez. 2025.