

INFRAESTRUTURA VERDE E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: CONCEITOS E FUNDAMENTOS PARA CIDADES RESILIENTES

BRUNA ANTIQUEIRA DA SILVA¹; CELINA MARIA BRITTO CORREA²

¹Universidade Federal de Pelotas – bsantiqueira@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – celinabrittocorrea@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, cerca de 55% da população mundial vive em centros urbanos, e estima-se que esse número alcance 68% até 2050 (ONU, 2022). A urbanização acelerada gera impactos significativos, como impermeabilização do solo, formação de ilhas de calor, poluição atmosférica e alagamentos, agravados pelas mudanças climáticas, o que evidencia a necessidade de estratégias urbanas mais sustentáveis e resilientes (WORLD BANK, 2018).

Nesse cenário, a Infraestrutura Verde (IV) surge como uma alternativa mais humanizada para mitigar efeitos climáticos nas cidades (SANTOS; ENOKIBARA, 2021). Em conjunto com as Soluções baseadas na Natureza (SbN), constituem estratégias para a adaptação urbana, integrando desenvolvimento e sustentabilidade (SANDRE et al., 2023; GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE, 2016).

Essas abordagens promovem diversos benefícios, como manejo sustentável de águas pluviais, mitigação de alagamentos e enchentes, redução de temperatura por meio do aumento da cobertura vegetal e fortalecimento da resiliência frente aos impactos climáticos. Assim, essa pesquisa, como parte do desenvolvimento de dissertação de mestrado, busca apresentar os principais conceitos de IV e SbN.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do estudo baseou-se em uma revisão bibliográfica, na qual foram analisados artigos, manuais, relatórios e publicações institucionais pertinentes ao tema. Essa metodologia forneceu o embasamento teórico necessário para a compreensão e discussão do tema, a partir de contribuições já consolidadas na literatura acadêmica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca por cidades mais sustentáveis e resilientes exige a integração da natureza como elemento estruturador do espaço urbano. Nesse contexto, a IV e SbN emergem como instrumentos centrais para a qualificação ambiental, social e funcional das cidades, promovendo o bem-estar da população, redução de desigualdades e valorização dos espaços públicos (SANDRE et al., 2023).

O termo “infraestrutura verde” surgiu nos Estados Unidos nos anos 1990, e consolidou-se como conceito em 1994, em relatório da Comissão de Greenways da Flórida (BENEDICT; MCMAHON, 2006). A ideia é fundamentada e desenvolvida nas áreas de planejamento urbano, paisagismo e conservação ambiental, sendo contribuída por inúmeras disciplinas com teorias, ideias e pesquisas (BENEDICT; MCMAHON, 2006). De acordo com SANDRE et al. (2023), a IV abrange corredores verdes, áreas de infiltração, reflorestamento urbano e wetlands construídos. Esses componentes atuam na retenção das águas da chuva, na melhoria do microclima urbano e na valorização da paisagem.

A IV se destaca por sua multifuncionalidade, pois reúne funções ecológicas, sociais e urbanísticas. O Global Designing Cities Initiative (2016), destaca a inserção de vegetação em ruas e calçadas para mitigar alagamentos, reduzir a velocidade do tráfego e qualificar a experiência urbana. Além disso, complementa o sistema de drenagem tradicional ao utilizar vegetação, solo e processos naturais para reduzir riscos de alagamentos e poluição hídrica (SANDRE et al., 2023; GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE, 2016).

Para Benedict e McMahon (2006), a IV é como uma rede conectada de áreas verdes que protege as funções dos ecossistemas naturais, além de trazer benefícios para as pessoas. Pellegrino e Moura (2017) abordam que a IV trata-se de uma tecnologia que ao usar elementos naturais como vegetação e solo, apoia tanto a natureza quanto a vida urbana.

O conceito de SbN é recente, surgiu no início do século XXI e foi mencionado pela primeira vez em uma publicação do Banco Mundial voltada à mitigação climática, proteção da biodiversidade e promoção de meios de subsistência sustentáveis (BANCO MUNDIAL, 2008). Desde então, o termo passou a ser amplamente debatido, especialmente no cenário pós-pandemia de COVID-19, no qual a valorização da natureza e das práticas sustentáveis se intensificou (MARQUES et al., 2021).

As SbN abordam aspectos científicos, tecnológicos, sociais e políticos, para enfrentar desafios atuais por meio de soluções inspiradas na própria natureza. Em áreas urbanas, promovem benefícios ecológicos, sociais e econômicos ao fornecer serviços ecossistêmicos como regulação térmica, melhoria da qualidade do ar e da água, sequestro de carbono e estímulo à biodiversidade (PEREIRA et al., 2021). Exemplos incluem telhados verdes, pavimentos permeáveis, zonas úmidas urbanas, corredores verdes, arborização, sistemas de biorretenção e jardins de infiltração. Essas estratégias auxiliam na recuperação de processos hidrológicos degradados, promovendo retenção de águas pluviais, filtragem de poluentes e estabilização de fluxos hídricos (MOURA; BARRAUD; BAPTISTA, 2009).

Segundo Ferreira (2010), os corredores verdes são essenciais para a requalificação ambiental de áreas urbanas degradadas, promovendo conectividade ecológica e melhoria das condições ambientais. No contexto das SbN, os corredores verdes podem contemplar as biovaletas ou valetas de biorretenção, que combinam o transporte de águas pluviais com infiltração e tratamento de poluentes por meio de vegetação e solos preparados (ANA, 2017). As biovaletas, portanto, são estruturas que conduzem as águas pluviais de forma semelhante aos dutos de drenagem convencionais. São projetadas como canais superficiais, abertos e cobertos por vegetação e representam uma estratégia que, além de permitir o escoamento superficial, também é capaz de remover ou reter poluentes. Semelhante a essa estratégia, se tem os jardins de chuva ou sistemas de biorretenção, que utilizam um tipo especial de solo filtrante, capaz de remover poluentes do escoamento superficial, funcionam como trincheiras de detenção vegetadas, com o objetivo principal de infiltrar e tratar temporariamente as águas pluviais antes de sua liberação para jusante. Outra estratégia são as áreas de infiltração, isto é, superfícies permeáveis ou semipermeáveis que permitem que a água penetre no solo para recarregar os aquíferos e reduzir o volume e a velocidade do escoamento superficial. (TUCCI, 2008).

Uma SbN complementar ao sistema de drenagem é o uso de materiais que favoreçam a infiltração da água, principalmente quando utilizados em pavimentação, como os pisos permeáveis de pavimentos intertravados, que

reduzem o escoamento superficial e são uma alternativa para minimizar riscos de alagamentos e sobrecarga da infraestrutura urbana (GOMES, 2025).

Entre as estratégias para reduzir a sobrecarga da macrodrenagem urbana, destacam-se as bacias de retenção, retenção e infiltração. A bacia de retenção armazena temporariamente águas pluviais, liberando-as de forma controlada a jusante, permanecendo vazia em períodos de estiagem e podendo ter uso multifuncional (MOURA; BARRAUD; BAPTISTA, 2009). A bacia de retenção mantém lâmina d'água permanente, favorecendo a vida aquática e a redução de poluentes, podendo ser integrada a áreas de lazer (UACDC, 2010). Já as bacias de infiltração, implantadas em solos de alta permeabilidade, permitem a recarga de aquíferos e a melhoria da qualidade da água por filtração e fitorremediação, removendo poluentes de volumes de água de áreas urbanas (SANDRE et al., 2023, p. 106).

As wetlands construídas ou áreas úmidas artificiais, são sistemas que reproduzem processos naturais de purificação da água por meio de vegetação, substratos e microrganismos, funcionam como “filtros vivos” no tratamento de águas residuárias, e representam uma solução sustentável de baixo custo (KADLEC & WALLACE, 2009; VON SPERLING, 2007. Também conhecidas como alagados construídos ou jardins filtrantes, aumentam a biodiversidade, valorizam a paisagem e auxiliam no controle de cheias (SANDRE et al., 2023).

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho discutiu a importância da adoção de Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza como estratégias eficazes para enfrentar os desafios impostos pela urbanização acelerada e pelas mudanças climáticas.

Verificou-se que a integração entre Infraestrutura Verde e SbN possibilita uma abordagem sistêmica e multifuncional. Essa integração promove benefícios simultâneos de ordem ecológica, social e econômica. Essas soluções representam uma alternativa viável e resiliente ao modelo convencional de urbanização, ao incorporarem processos naturais à infraestrutura urbana e proporcionarem maior adaptabilidade aos impactos climáticos extremos. Além disso, reforçam a importância da participação comunitária e da valorização dos espaços públicos como elementos essenciais para cidades mais sustentáveis e inclusivas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Manual de Drenagem Sustentável**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 01 maio 2025.
- BANCO MUNDIAL. **Biodiversidade, mudança climática e adaptação: soluções baseadas na natureza**. Washington: Banco Mundial, 2008. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/149141468320661795/biodiversity-climate-change-and-adaptation-nature-based-solutions-from-the-world-bank-portfolio>. Acesso em: 29 jun. 2025.
- BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. **Green infrastructure: linking landscapes and communities**. Washington, DC: Island Press, 2006.
- CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. Paisagem e Ambiente, n. 25, p. 127-142, 2008

- FERREIRA, L. C. **Infraestrutura verde como estratégia de planejamento ambiental urbano**. São Paulo: Annablume, 2010.
- GLOBAL DESIGNING CITIES INITIATIVE. **Global street design guide**. New York: NACTO, 2016. Disponível em: <https://globaldesigningcities.org/publication/global-street-design-guide/>. Acesso em: 23 abr. 2025.
- GOMES, J. R. S. **Caracterização do escoamento de águas pluviais em vias urbanas: pavimento asfáltico versus pavimento intertravado**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Crateús, Crateús, 2025.
- KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. **Treatment Wetlands**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.
- MARQUES, T. H. N.; RIZZI, D.; FERREZ, V.; HERZOG, C. P. **Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru**. Revista LABVERDE, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 56-78, 2021. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189419>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- MOURA, P.; BARRAUD, S.; BAPTISTA, M. B. **O funcionamento dos sistemas de infiltração de águas pluviais urbanas**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, 2009.
- ONU-HABITAT. **ONU-Habitat: população mundial será 68% urbana até 2050**. Nações Unidas Brasil, 1 jul. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050>. Acesso em: 01 mai. 2025.
- PEREIRA, Maria Cristina Santana et al. **Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção**. Revista LABVERDE, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 95-120, 2021. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189292>. Acesso em: 30 jun. 2025.
- SANDRE, Adriana Afonso et al. **Catálogo de Soluções baseadas na Natureza para Espaços Livres**. Rio de Janeiro: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH; Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro – SMAC; Prefeitura Municipal de Campinas – SVDS, 2023.
- SANTOS, B. R.; ENOKIBARA, L. N. **Infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza: conceitos e práticas para a sustentabilidade urbana**. Revista Brasileira de Planejamento Urbano, v. 10, n. 2, p. 55–67, 2021.
- TUCCI, Carlos E. M. **Águas urbanas**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008.
- UACDC – Urban Advantage Collaborative Design Center. **Low Impact Development Manual**. University of South Florida, 2010.
- VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2007.
- WORLD BANK. **Nature-based solutions for disaster risk management**. Washington, D.C.: World Bank, 2018. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/curated/en/253401551126252092/pdf/134847-NBS-for-DRM-booklet.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2025.