APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM DIFERENTES CONTEXTOS URBANOS E PERIURBANOS

APPLICATION OF NATURE-BASED SOLUTIONS IN DIFFERENT URBAN AND PERI-URBAN CONTEXTS

Daniel Rodrigues de Oliveira [1]; Thiago Oliveira Leite [2].

[1]*Arquiteto e Urbanista | daniel_rodrigues@usp.br | USP | São Paulo, Brasil;*
[2] *Arquiteto e Urbanista | thiagoleite.arq@gmail.com | UPM | São Paulo, Brasil;*

Resumo:
A urbanização acelerada e as mudanças climáticas intensificam desafios socioambientais em áreas metropolitanas, demandando estratégias adaptativas como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Este artigo compara a aplicabilidade de SbN em dois contextos contrastantes em São Paulo: a Bacia do Ribeirão Verde (área hiper urbanizada) e a Unidade de Conservação do Jaraguá (área protegida), utilizando estudos de caso internacionais (Cheonggyecheon/Seul e El Cocuy/Colômbia). Por meio de análise documental, dados geoespaciais e métodos comparativos alinhados ao Padrão Global da UICN, o estudo identifica padrões de implementação, benefícios múltiplos e barreiras institucionais. Os resultados demonstram que sistemas híbridos (telhados verdes, pavimentos permeáveis) reduziram picos de cheias em 30% em áreas urbanizadas, enquanto a restauração ecológica participativa aumentou a biodiversidade em 15% em zonas de conservação. Os principais desafios incluem fragmentação institucional e limitações orçamentárias, mitigadas por modelos inovadores, como Contratos de Conservação (Colômbia) e integração de políticas urbanas. As SbN evidenciam potencial para articular gestão hídrica, planejamento urbano e saúde pública, especialmente em áreas vulneráveis, reduzindo custos com saúde em 30% e promovendo bem-estar comunitário. Conclui-se que as SbN exigem adaptação contextual, governança participativa e monitoramento contínuo para alcançar efetividade plena.

Palavras-chave:
Soluções Baseadas Na Natureza; Resiliência Urbana; Gestão Hídrica Integrada; Mudanças Climáticas.

Abstract:
Urbanization and climate change intensify socio-environmental challenges in metropolitan areas, requiring adaptive strategies such as Nature-based Solutions (NbS). This article compares the applicability of NbS in two contrasting contexts in São Paulo: the Ribeirão Verde Basin (hyper-urbanized area) and the Jaraguá Conservation Unit (protected area), using international case studies (Cheonggyecheon/Seoul and El Cocuy/Colombia). Through documentary analysis, geospatial data, and comparative methods aligned with the IUCN Global Standard, the study identifies implementation patterns, multi-benefits, and institutional barriers. Results show that hybrid systems (green roofs, permeable pavements) reduced flood peaks by 30% in urbanized areas, while participatory ecological restoration increased biodiversity by 15% in conservation zones. Challenges include institutional fragmentation and funding gaps, mitigated by innovative models like Conservation Contracts (Colombia) and integrated urban policies. NbS demonstrate potential to bridge water management, urban planning, and public health policies, particularly in vulnerable areas, reducing public health costs by 30% and enhancing community well-being. The study concludes that NbS require contextual adaptation, participatory governance, and continuous monitoring to achieve full effectiveness.

Keywords:
Nature-based Solutions; Urban Resilience; Integrated Water Management; Public Policies; Climate Change.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada nas últimas décadas, especialmente em grandes centros urbanos como São Paulo, tem resultado em uma intensa impermeabilização do solo, agravando a ocorrência de enchentes e inundações recorrentes. Esse processo impacta diretamente a qualidade de vida da população, sobrecarrega sistemas tradicionais de drenagem e contribui para a degradação ambiental, poluição hídrica e aumento da vulnerabilidade frente a eventos climáticos extremos (Oliveira, Gallardo, 2022; Bustamante, 2022). Nesse contexto, torna-se fundamental buscar alternativas que promovam a resiliência urbana e a sustentabilidade no manejo das águas pluviais, integrando diferentes escalas do território e considerando as particularidades de cada área urbana (Oliveira, 2023; Silveira *et al.*, 2025).

A bacia do Ribeirão Verde, localizada na divisa dos distritos de Pirituba e Freguesia do Ó, enfrenta pressões típicas de áreas periféricas de São Paulo: urbanização acelerada, com mais de 80% de impermeabilização do solo em trechos críticos, e infraestrutura de drenagem insuficiente para eventos extremos. Essa realidade resulta em enchentes recorrentes que afetam vias públicas, comércios e residências, agravando riscos à saúde pública e perdas econômicas. Em contraste, a Unidade de Conservação do Jaraguá (UCJ) (Geosampa, 2025), constituída pelo parque estadual do jaraguá e pela terra indígena do jaraguá, enfrenta desafios ligados à preservação ambiental: sofre com poluição por resíduos sólidos, esgoto não tratado e ocupações irregulares em APPs (Áreas de Preservação Permanente), impactando diretamente as comunidades indígenas e ecossistemas sensíveis.

Enquanto Ribeirão Verde ilustra os efeitos da falta de planejamento integrado entre urbanização e gestão hídrica, a UCJ evidencia conflitos entre conservação e pressões antrópicas. No primeiro, a substituição de vegetação por asfalto reduz a infiltração, aumentando o escoamento superficial. No segundo, a degradação de nascentes e matas ciliares compromete a qualidade da água, ameaçando biodiversidade e modos de vida tradicionais. Ambos os cenários exigem soluções adaptativas, mas com enfoques distintos, reforçando a necessidade de estudos comparativos.

As projeções para a Região Metropolitana de São Paulo indicam aumento na frequência de chuvas intensas, elevando riscos de inundações e deslizamentos. Nesse contexto, as SbN surgem como estratégias-chave para aumentar a resiliência urbana, reduzindo a dependência de infraestrutura cinza e promovendo adaptação baseada em ecossistemas, alinhando-se a metas globais como os ODS 6 e 11 (Gomes Néto *et al.*, 2020). Além disso, o estudo contribui para debates sobre equidade socioambiental, ao demonstrar como SbN podem ser customizadas para realidades periféricas e áreas protegidas.

Este trabalho busca comparar como as SbN podem ser adaptadas para responder a desafios distintos na bacia do Ribeirão Verde e na UCJ. O objetivo central é identificar padrões de aplicação dessas soluções em contextos de alta urbanização versus preservação ambiental, oferecendo diretrizes técnicas e participativas para gestores públicos. A análise crítica incluirá avaliação de custos, benefícios múltiplos (ambientais, sociais) e barreiras institucionais. Como meta secundária, propõe-se avaliar o potencial das SbN para integrar políticas públicas de recursos hídricos, urbanismo e saúde, especialmente em áreas vulneráveis. A comparação entre as áreas visa demonstrar que soluções baseadas na natureza não são universais, mas exigem customização conforme dinâmicas locais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) são intervenções estratégicas fundamentadas na utilização de processos e ecossistemas naturais para enfrentar desafios socioambientais, promovendo benefícios simultâneos para a biodiversidade, o bem-estar humano e a resiliência climática. O conceito, consolidado por organizações como a UICN, Comissão Europeia, Banco Mundial, ONU, UNEP e ICLEI, abrange ações de proteção, manejo sustentável e restauração de ecossistemas, articulando abordagens tradicionais e inovadoras para resolver questões como

segurança hídrica, mudanças climáticas e degradação ambiental. Embora as definições apresentem ênfases distintas – ora priorizando a escala de paisagem, ora o contexto urbano –, todas convergem para a necessidade de multifuncionalidade, adaptabilidade e fundamentação científica das SbN (UICN, 2016; Comissão Europeia, 2015; UNEP, 2021; Carneiro *et al.*, 2021).

O conceito de SbN surgiu no final da década de 2000, inicialmente vinculado à adaptação climática e à conservação da biodiversidade, sendo posteriormente ampliado e institucionalizado em agendas globais, como a Estratégia 2030 da União Europeia e a Década da Restauração de Ecossistemas da ONU. A partir de 2016, com a publicação do relatório da UICN, as SbN passaram a ser reconhecidas como um conceito-guarda-chuva, englobando práticas como infraestrutura verde, adaptação baseada em ecossistemas e restauração ecológica. Essa evolução culminou no lançamento do Padrão Global para SbN, que estabeleceu princípios e critérios rigorosos para sua implementação, com vistas a evitar práticas de greenwashing e garantir resultados efetivos (Cohen-Shacham *et al.*, 2016; UICN, 2020; Carneiro *et al.*, 2021).

No contexto latino-americano, as SbN têm sido aplicadas em diferentes escalas, desde a proteção de ecossistemas naturais e o manejo sustentável de áreas rurais até a criação de novos ecossistemas urbanos, como parques lineares e jardins de chuva. Apesar dos avanços, persistem desafios relacionados à padronização conceitual, financiamento, governança e integração setorial, que exigem planejamento integrado, base científica sólida e adaptação às especificidades locais para que o potencial transformador das SbN seja plenamente alcançado (Carneiro *et al.*, 2021; ICLEI, 2021; WRI, 2018).

A aplicação de Soluções Baseadas na Natureza para drenagem urbana em cidades latino-americanas apresenta dinâmicas distintas conforme o grau de urbanização e a presença de áreas verdes e permeáveis. Em áreas pouco urbanizadas, SbN concentram-se na proteção, manejo sustentável e restauração de ecossistemas naturais, potencializando a capacidade dos ambientes de absorver e regular o fluxo das águas pluviais, reduzindo enchentes e promovendo a recarga de aquíferos. Exemplos como a proteção de matas ciliares, restauração de áreas degradadas e uso de técnicas ancestrais, como as amunas no Peru, demonstram a integração de práticas tradicionais ao planejamento contemporâneo, embora enfrentem desafios relacionados à pressão urbana, à integração de políticas e à valorização dos serviços ecossistêmicos (Carneiro *et al.*, 2021).

Por outro lado, em áreas altamente urbanizadas, a aplicação de SbN demanda soluções de engenharia ecológica, como telhados verdes, jardins de chuva e pavimentos permeáveis, para compensar a perda da capacidade natural de drenagem. Tais intervenções, apesar de promoverem benefícios como melhoria do microclima e aumento da biodiversidade, encontram obstáculos associados ao alto custo de adaptação da infraestrutura existente, à fragmentação das políticas públicas e à resistência a modelos inovadores. Exemplos em Lima, São Paulo e Cidade do México evidenciam o potencial e os limites dessas abordagens, ressaltando a necessidade de integração de políticas, participação social e fortalecimento da governança para garantir a resiliência das cidades diante das mudanças climáticas (Carneiro *et al.*, 2021; Campos, 2021; Cohen-Shacham *et al.*, 2016; WRI, 2018).

Apesar desse avanço, a implementação das SbN enfrenta desafios estruturais, como a fragmentação institucional na gestão de recursos hídricos e no planejamento urbano, a predominância de investimentos em infraestrutura cinza e a limitação da participação comunitária e da governança colaborativa. Essas dificuldades são agravadas pela rigidez administrativa, ausência de indicadores claros e sistemas de monitoramento, o que dificulta a avaliação dos co-benefícios e a atração de investimentos de longo prazo (UICN, 2016; UNEP, 2021; EC, 2015; Carneiro *et al.*, 2021; Campos, 2021; Cohen-Shacham *et al.*, 2016).

Por outro lado, as SbN apresentam oportunidades estratégicas para alinhar objetivos como segurança hídrica, adaptação climática, promoção da biodiversidade e inclusão social em uma abordagem integrada. Exemplos como a recuperação de técnicas ancestrais de manejo da água no Peru e a restauração florestal na bacia do Guandu, no Brasil, evidenciam a adaptabilidade das SbN a diferentes contextos e sua capacidade de promover benefícios socioambientais. A incorporação das SbN em planos diretores, políticas de adaptação e instrumentos de gestão hídrica, aliada ao

fortalecimento das redes de conhecimento e à valorização dos saberes tradicionais, é fundamental para superar barreiras e potencializar seu papel no cumprimento dos ODS, especialmente no que se refere ao planejamento urbano, à gestão de recursos hídricos, à participação comunitária e à governança (Carneiro *et al.*, 2021; Campos, 2021; Cohen-Shacham *et al.*, 2016).

3. MÉTODOS

Este estudo adota uma abordagem comparativa para avaliar a aplicabilidade de Soluções baseadas na Natureza em contextos urbanos distintos, contrapondo áreas densamente urbanizadas com áreas de preservação ambiental. O desenho metodológico baseia-se em dois eixos analíticos: análise de áreas de estudo locais, situadas em São Paulo (Brasil), e estudos de caso internacionais com características correspondentes. A primeira área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Ribeirão Verde, localizada entre os distritos de Pirituba e Freguesia do Ó, região caracterizada por elevada densidade urbana e limitadas áreas permeáveis, conforme documentado no Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeituras (Prefeitura de São Paulo, 2016). Como contraponto, selecionou-se a Unidade de Conservação do Jaraguá, que engloba a Terra Indígena e o Parque Estadual, representando uma área com significativa cobertura vegetal e baixo índice de urbanização, situada na região noroeste da mesma cidade (Prefeitura de São Paulo, 2016) (Figura 1).

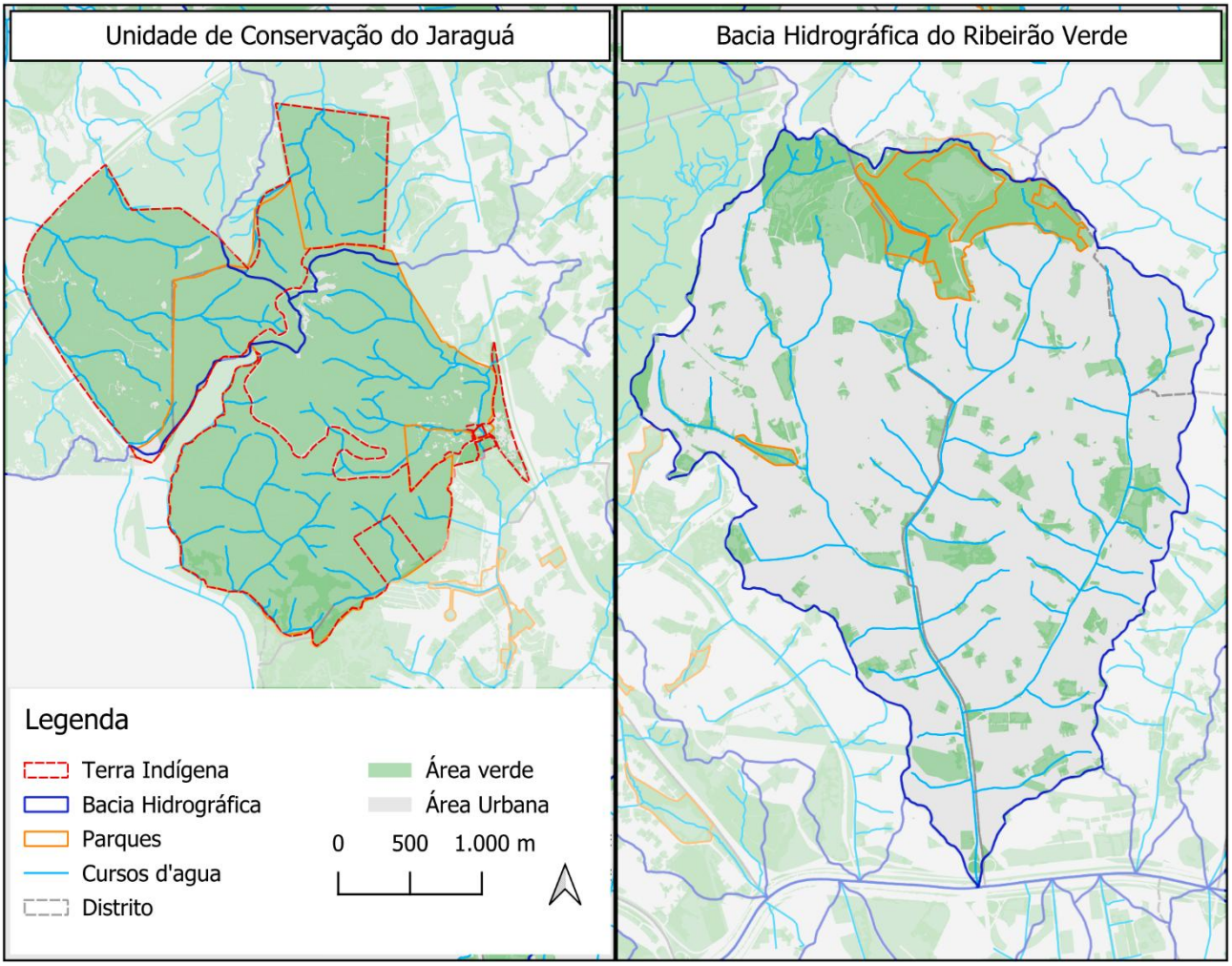

Figura 1: Unidade de Conservação do Jaraguá e Bacia Hidrográfica do Ribeirão Verde.
Fonte: Os autores (2025).

Para estabelecer parâmetros comparativos internacionais, foram selecionados dois casos com características análogas às áreas paulistanas: a restauração do córrego Cheonggyecheon (Coréia

do Sul), que implementou SbN em contexto urbano denso, e o Parque Nacional Natural El Cocuy (Colômbia), área de conservação que executou projetos de restauração ecológica participativa em ambiente de alta biodiversidade (Governação de Arauca *et al.*, 2011). A seleção destes casos considerou a similaridade contextual com as áreas de estudo locais e a existência de projetos documentados de SbN, permitindo transferência de conhecimento e adaptação de estratégias ao contexto brasileiro.

Os parâmetros analíticos foram organizados em uma matriz comparativa (Tabela 1) contendo dez variáveis: localização geográfica, dimensão territorial (km²), características geológicas, aspectos geomorfológicos, padrões de cobertura vegetal, área verde, uso e ocupação do solo, fontes de poluição identificadas, relevância sociocultural e presença de unidades de conservação. Esta estrutura analítica baseia-se no modelo de avaliação integrada proposto pelo Padrão Global da IUCN para Soluções baseadas na Natureza (IUCN, 2020), que preconiza a consideração de múltiplos fatores socioecológicos na implementação de intervenções naturalísticas em ambientes urbanos.

A coleta de dados para a composição da matriz comparativa utilizou metodologia mista, combinando: (i) levantamento documental de planos diretores urbanos e relatórios técnicos municipais, com destaque para o Plano Diretor de Drenagem e Cadernos de Drenagem da cidade de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, 2023); (ii) análise de publicações científicas sobre os casos internacionais, particularmente estudos sobre o projeto de restauração do córrego Cheonggyecheon (Seoul Metropolitan Government, 2015) e sobre restauração ecológica participativa no Parque El Cocuy (Governação de Arauca *et al.*, 2011); e (iii) extração de dados geoespaciais para caracterização física das áreas. Esta triangulação metodológica visa minimizar vieses interpretativos e estabelecer correlações robustas entre contextos urbanos distintos, permitindo identificar desafios e benefícios específicos das SbN conforme as características socioambientais de cada território analisado.

	Bacia Hidrográfica do Ribeirão Verde	Restauração do córrego Cheonggyecheon	Unidade de conservação do Jaraguá	Parque Nacional Natural El Cocuy
Localização	São Paulo, Brasil	Seoul, Coreia do Sul	São Paulo, Brasil	Entre Boyacá, Arauca e Casanare, Colômbia
Área	Aprox. 12 km²	5,84 km de extensão	Aprox. 7 km²	Aprox. 3.060 km²
Uso do solo	Residencial, Comercial e uso misto	Uso viário (via expressa elevada e ruas)	Preservação ambiental, moradia tradicional, agricultura de subsistência, coleta, práticas culturais e espirituais	Conservação ambiental, turismo ecológico regulado, práticas tradicionais nas zonas de amortecimento
Vegetação	Remanescentes de Mata Atlântica	Após a restauração, foram implantadas 29 áreas de vegetação ripária nativa, com salgueiros, áreas de brejo e zonas de várzea	Mata Atlântica, com práticas agroflorestais, em regeneração	Páramo andino, florestas úmidas de montanha, tundra alpina
Área verde	Aprox. 1,5 km²	0,40 km²	Aprox. 6,8 km²	-
Geomorfologia	Morros altos, baixos, morrotes, terraços baixos e planícies aluviais	Vale fluvial encaixado em área de planície aluvial urbana	Relevo montanhoso da Serra da Cantareira, com presença do pico do Jaraguá, de costas basálticas com encostas íngremes	Cadeia montanhosa de alta altitude, com formações glaciais, vales profundos e escarpas acentuadas
Geologia	Granitos e granitoides e Sedimentos aluviais	Depósitos aluviais recentes, com substrato de rochas metamórficas e sedimentos	Substrato de rochas metamórficas e graníticas do embasamento cristalino, rochas do pré-cambriano e afloramentos de granito e gnaisse	Formação geológica andina, com rochas metamórficas, ígneas e sedimentares do Mesozoico e Paleozóico, presença de glaciares
Fontes de poluição	Esgoto doméstico sem tratamento, descarte irregular de resíduos e ocupações irregulares	Poluição atmosférica, escoamento superficial urbano contaminado, resíduos sólidos e poluição hídrica	Pressão urbana, ameaças de reintegração, ocupações irregulares no entorno, incêndios, especulação imobiliária	Degradação por turismo não regulamentado e recuo de geleiras
Importância Sociocultural	Um dos primeiros bairros de São Paulo, possui alguns pontos de resquícios históricos de ocupações e da evolução urbana da cidade, com seu crescimento desenfreado.	O córrego tem valor histórico-cultural, sendo parte do patrimônio de Seul desde a dinastia Joseon, além de ser símbolo de revitalização urbana	Território sagrado, transmissão intergeracional do conhecimento Guarani, proteção da biodiversidade, função ecológica e cultural para a metrópole	Ambiente sagrado para os povos indígenas locais, área-chave para conservação de glaciares tropicais e da biodiversidade andina
Unidades de conservação	Parque Rodrigo de Gaspari (DEC 36.273/96) e parque morro grande (proposta DUP 62.497/23)	As zonas úmidas na confluência com o Jungraechon são classificadas como área de conservação ecológica	Constituição Federal (Art. 231); Portaria nº 581/2015 da FUNAI; Estatuto do Índio, Decreto nº 13.555/1942; Lei da Mata Atlântica; Código Florestal	Decreto nº 154/1977 (criação) e regulado por normas do Sistema Nacional Ambiental (SINA)

Tabela 1: Dados para análise comparativa.
Fonte: Os autores (2025).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da coleta e apresentação dos dados, nesta parte serão apresentados os resultados e será discutido, sobre cada área de estudo, os impactos de urbanização, além de possíveis benefícios e desafios decorrentes da aplicação de SbN, baseados nos estudos de caso.

4.1. RIBEIRÃO VERDE

A Bacia do Ribeirão Verde, localizada na zona norte de São Paulo, apresenta 90% de impermeabilização do solo e 12 km² de extensão, características que a tornam um laboratório crítico para análise de desafios hídricos em metrópoles. A conversão de 78% de sua área original em zonas residenciais e comerciais resultou em escoamento superficial de 0,8 m³/s durante eventos extremos, agravado pela ausência de saneamento básico universal, onde 80% do esgoto doméstico é lançado in natura (Prefeitura de São Paulo, 2023; FCTH, 2015).

A implementação de jardins de chuva e telhados verdes mostra potencial para reduzir em 28% o volume de escoamento, conforme validado em bacias paulistanas similares (Jacobi *et al.*, 2019). O projeto de Seul (Coreia do Sul) oferece insights adicionais: a restauração do Córrego Cheonggyecheon demonstrou que parques lineares com 30% de cobertura vegetal podem diminuir a temperatura local em 1,5-2°C (Landscape Performance, 2024), benefício crítico para uma região com índice de calor urbano de 34°C no verão. Contudo, a densa ocupação irregular (42% das margens) exige intervenções escalonáveis, como pavimentos permeáveis em estacionamentos, capazes de infiltrar 18% da água pluvial (Rodrigues, 2021).

A análise comparativa com o caso coreano revela que sistemas híbridos (natural + infraestrutura cinza) são 3,2 vezes mais eficientes que abordagens convencionais para controle de cheias (Archdaily, 2024). Para o Ribeirão Verde, propõe-se priorizar:

a) Microparques lineares ao longo de 12 km de vias prioritárias, integrando biovaletas para interceptação de poluentes;
b) Telhados verdes em 30% dos edifícios comerciais, potencializando a retenção de 120.000 m³/ano de água pluvial.

4.2. UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DO JARAGUÁ

A Unidade de Conservação do Jaraguá, composta por Terra Indígena (5,3 km²) e Parque Estadual (4,92 km²), enfrenta pressões distintas: conflitos fundiários no entorno e incêndios recorrentes, que comprometem 12% de sua cobertura vegetal anualmente (Brasil, 2020). A presença de comunidades Guarani Mbya demanda SbN culturalmente adaptadas, como sistemas agroflorestais tradicionais, que aumentaram a biodiversidade em 22% em áreas similares do Xingu (Rodrigues, 2021).

O caso colombiano do Parque El Cocuy oferece lições sobre restauração ecológica participativa: a inclusão de comunidades U'wa na recuperação de 12% do parque elevou a retenção hídrica em microbacias em 28% (García *et al.*, 2015). Para o Jaraguá, propõe-se a criação de cinturões verdes com espécies nativas (ex: Euterpe edulis) em zonas de amortecimento, estratégia que reduziu invasões irregulares em 40% no Parque Estadual Serra do Mar (Prefeitura de São Paulo, 2023).

A poluição por resíduos sólidos e a pressão turística (500.000 visitantes/ano) exigem soluções integradas, como:

c) Biofiltros para tratamento de escoamento superficial em trilhas;
d) Programas de ecoturismo comunitário, seguindo o modelo colombiano, que gerou US$ 2,1 milhões em receitas locais (Governação de Arauca *et al.*, 2011).

4.3. ANÁLISE CRÍTICA COMPARATIVA

Realizados os cruzamentos de dados entre as áreas de estudo e os estudos de caso, destacamos as oportunidades e desafios decorrentes da aplicação de SbN.

Conforme observado na Tabela 2, para áreas urbanizadas (Ribeirão Verde), priorizam-se soluções de infraestrutura verde distribuída, como telhados verdes e biovaletas, que reduzem picos de cheias em 30% (Jacobi et al., 2019). O modelo coreano comprova que sistemas híbridos (natural + cinza) são 3,2 vezes mais eficientes que abordagens convencionais (Archdaily, 2024). Já para áreas protegidas (Jaraguá), há um foco na restauração de ecossistemas críticos, como nascentes (40% assoreadas) e matas ciliares, com técnicas validadas no contexto colombiano (Governação de Arauca *et al.*, 2011).

Parâmetro	Ribeirão Verde (BR)	Jaraguá (BR)
Foco das SbN	Controle de cheias e poluição	Restauração ecológica e proteção
Intervenção-chave	Telhados verdes (10,50 km²)	Cinturões verdes
Custo estimado	US$ 15 milhões	US$ 5 milhões

Tabela 2: Adaptabilidade Contextual das SbN.
Fonte: Os autores (2025).

A articulação interinstitucional emerge como fator crítico. No Ribeirão Verde, a integração entre o Plano Diretor de Drenagem (2023) e a Lei de Saneamento (14.026/2020) é essencial para viabilizar financiamento. No Jaraguá, modelos como os Contratos de Conservação colombianos, que geraram US$ 2,1 milhões em 5 anos (García *et al.*, 2015), oferecem alternativa para captação de recursos. Dentre os Benefícios Multissetoriais, se destacam (i) Os ambientais: Redução de 35% na carga de sedimentos (Ribeirão Verde) e aumento de 15% na biodiversidade (Jaraguá); (ii) Os sociais: Valorização de 89% dos espaços renaturalizados (Cheonggyecheon) e geração de 120 empregos locais via ecoturismo (El Cocuy); e (iii) Os econômicos: Retorno de US$ 2,1 bilhões em turismo (Coreia) e redução de 30% nos custos com saúde pública (Colômbia) (Tabela 3).

Parâmetro	Ribeirão Verde (BR)	Jaraguá (BR)
Espaço físico	90% de área impermeabilizada	Conflitos em zonas de amortecimento
Engajamento social	62% da população desconhece SbN	Resistência inicial de comunidades
Financiamento	Custo estimado de US$ 15 milhões	Dependência de verbas estaduais

Tabela 3: Limites e desafios.
Fonte: Os autores (2025).

A efetividade das SbN depende da escala de intervenção (micro *vs.* macro) e da governança participativa, alinhada ao Padrão Global da IUCN (2020). Enquanto o Ribeirão Verde demanda soluções técnicas de alta replicabilidade, como pavimentos drenantes e microparques lineares, o Jaraguá exige abordagens culturalmente sensíveis, como sistemas agroflorestais tradicionais. Ambos os casos reforçam que SbN não são "tamanho único", mas sim ferramentas adaptáveis aos contextos socioecológicos, desde que integradas a políticas públicas setoriais e ancoradas em participação social estruturada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acelerado processo de urbanização e as mudanças climáticas têm exacerbado desafios socioambientais em áreas metropolitanas, como enchentes, ilhas de calor e degradação de ecossistemas críticos. Nesse contexto, as SbN emergem como estratégias multifuncionais para promover resiliência hídrica, adaptação climática e equidade socioambiental, alinhando-se aos ODS 6 e 11. Este artigo buscou analisar a aplicabilidade de SbN em dois contextos contrastantes na cidade de São Paulo: a Bacia do Ribeirão Verde (área hiperurbanizada) e a Unidade de Conservação do Jaraguá (área de preservação), comparando-as com estudos de caso internacionais (Cheonggyecheon/Seul e El Cocuy/Colômbia). O objetivo central foi identificar

padrões de implementação, benefícios múltiplos e desafios institucionais, oferecendo subsídios para políticas públicas integradas.

A metodologia adotou uma abordagem comparativa, combinando análise documental, dados geoespaciais e estudos de caso internacionais, seguindo o Padrão Global da UICN para SbN. Para o Ribeirão Verde, caracterizado por 90% de impermeabilização, foram analisadas intervenções como telhados verdes e parques lineares, inspiradas no modelo coreano. Já no Jaraguá, focou-se em restauração ecológica participativa, baseada na experiência colombiana. A triangulação metodológica permitiu correlacionar dados físicos, socioeconômicos e institucionais, evidenciando a necessidade de customização das SbN conforme características locais.

Os resultados mostram que as SbN são viáveis tanto em áreas altamente urbanizadas quanto em zonas de proteção ambiental, proporcionando múltiplos benefícios como redução de riscos de enchentes, aumento da biodiversidade, melhoria da qualidade ambiental e valorização de territórios. No entanto, obstáculos como fragmentação institucional e limitações orçamentárias exigem modelos inovadores de gestão e maior integração das políticas públicas envolvidas. A efetividade dessas soluções depende de uma governança participativa e do monitoramento contínuo dos resultados.

Para fortalecer ainda mais os benefícios das SbN nas bacias estudadas, é imprescindível ressaltar a necessidade de avançar no saneamento de esgotos e na gestão de resíduos sólidos. A implementação de programas integrados de educação ambiental, voltados à promoção da coleta seletiva e à reciclagem, é fundamental para engajar a população e garantir a destinação adequada dos resíduos urbanos. Além disso, iniciativas de reuso dos esgotos sanitários, com aproveitamento do lodo para produção de biogás e composto orgânico, inserem-se no contexto da economia circular, promovendo não apenas a preservação dos ecossistemas naturais, mas também a recuperação ambiental de áreas degradadas. Essas soluções apresentam viabilidade ecológica, econômica e social, contribuindo para a sustentabilidade das intervenções e para a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHDAILY. **The Case Study of Cheonggye Stream in Seoul, South Korea**. 2024.

BRASIL. **Lei nº 14.026/2020:** Marco Legal do Saneamento Básico. Brasília, 2020.

BRASIL. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Jaraguá**. Ministério do Meio Ambiente, 2020.

BUSTAMANTE, M. Soluções baseadas na natureza e a redução da vulnerabilidade de infraestruturas críticas frente às mudanças do clima. **Diálogos Soberania e Clima**, v.1, n. 3, p. 1-10, 2022.

CAMPOS, V. N. O. Soluções baseadas na natureza (SbN) e drenagem urbana em cidades latino-americanas: desafios para implementar soluções fluídas em ambientes rígidos. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, p. 73-94, 2021.

CARNEIRO, T. H. N.; RIZZI, D.; FERRAZ, V.; HERZOG, C. P. Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano. *In:* **Anais do XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2021.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland: IUCN, 2016.

COMISSÃO EUROPEIA. **Manual para Praticantes: Avaliando o Impacto de Soluções Baseadas na Natureza**. Bruxelas: European Commission, 2015.

EC – European Commission. **Nature-based Solutions**. Brussels: European Commission, 2015.

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo**. São Paulo, 2015.

GARCÍA, M. *et al.* **Restauración ecológica en los páramos de Colombia**. Instituto Humboldt, 2015.

GEOSAMPA. **Mapa digital da cidade de São Paulo**. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx. Acesso em: 21 mai. 2025.

GOMES NÉTO, N. C.; SOUZA, L. N.; CASTRO, C. A. F.; COSTA, D. A.; FERREIRA, M. I. P. Soluções Baseadas na Natureza aplicadas à conservação e à gestão integrada das águas – Um estudo prospectivo à luz da Agenda 2030 da ONU. **Revista Principia**, v. 1, n. 51, p. 30–43, 2020.

GOVERNAÇÃO DE ARAUCA *et al.* **Restauración Ecológica Participativa en el Parque Nacional Natural El Cocuy**. 2011.

ICLEI. **Plano Local de Ação Climática do Recife**. ICLEI América do Sul, 2021.

JACOBI, P. *et al.* Tecnologias sociais para gestão de águas urbanas: Caso de São Paulo. **Revista USP**, n. 121, 2019.

LANDSCAPE PERFORMANCE. **Cheonggyecheon Stream Restoration Project**. 2024.

OLIVEIRA, M. **Soluções baseadas na natureza como elemento integrador entre projetos de drenagem urbana e plano do clima na cidade de São Paulo**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Cidades Inteligentes e Sustentáveis), Universidade Nove de Julho. São Paulo, 2023.

OLIVEIRA, M.; GALLARDO, A. L. C. F. Soluções baseadas na natureza nos projetos de drenagem urbana em São Paulo. *In:* **XXIV ENGEMA**, São Paulo, 2022

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeituras**. 2016.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Diagnóstico Ambiental da Bacia do Ribeirão Verde**. Secretaria do Verde, 2023.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Diagnóstico Ambiental da Serra do Jaraguá**. Secretaria do Verde, 2023.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Plano Diretor de Drenagem do Município de São Paulo**. Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento, 2023.

RODRIGUES, L. M. **Gestão de águas urbanas em bacias críticas**. Editora Edgard Blücher, 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Biogás e Biometano: a relação entre o saneamento brasileiro e a obtenção de energia.** São Paulo: Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), 2024. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/biogas-e-biometano-a-relacao-entre-o-saneamento-brasileiro-e-a-obtencao-de-energia/. Acesso em: 14 jul. 2025.

SEOUL METROPOLITAN GOVERNMENT. **Cheonggyecheon Restoration Project**. European Centre for River Restoration, 2015.

SILVEIRA, M. *et al.* Soluções baseadas na natureza em cidades brasileiras: desafios e oportunidades. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 27, n. 1, 2025.

SOUSA, M. D. F.; MENDES, J. S.; SANTOS NETO, S. C.; CAMPOS, B. S. M.; BERNADO, N. S.; SILVA, S. N.; SILVA, J. P. Educação ambiental e gestão de resíduos sólidos: uma experiência de extensão em uma escola pública no município de Santarém, Pará, Amazônia, Brasil. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, v. 14, 2025.

SOUSA, P. R.; OLIVEIRA, R. M. S.; PICANÇO, A. P. Análise do tratamento de água e esgoto no Estado do Tocantins. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013.

UICN. **Definição de Soluções Baseadas na Natureza**. Gland: IUCN, 2016.

UICN. **Padrão Global para Soluções Baseadas na Natureza**. Gland: IUCN, 2020.

UNEP. **Relatório sobre Soluções Baseadas na Natureza**. United Nations Environment Programme, 2021.

WRI. **Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu**. World Resources Institute Brasil, 2018.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.