

DIRETRIZES MUNICIPAIS PARA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN) PARA A DRENAGEM URBANA

Gabriela Borba Silveira¹; Lucia Helena Ribeiro Rodrigues² & Fernando Dornelles³

RESUMO – Este trabalho destaca o uso das Soluções baseadas na Natureza (SbN) pela gestão pública brasileira para manejo das águas pluviais urbanas. Com o aumento da taxa de impermeabilização do solo, a mudança climática e os impactos ambientais das ações humanas, há uma busca por alternativas sustentáveis para reduzir alagamentos, melhorar a qualidade da água e aumentar a resiliência urbana. O estudo foca na inclusão dessas técnicas nos Planos Diretores de Drenagem Urbana e Manuais de Drenagem Urbana, ressaltando as recomendações de aplicação e principais diretrizes desse âmbito. Por fim, destaca-se a importância de uma abordagem integrada na gestão pública para o uso dessas técnicas de drenagem urbana, pois é necessário considerar a diversidade das áreas urbanas, envolver múltiplos agentes sociais e levar em conta as particularidades e limitações de cada dispositivo de controle do conjunto de SbN.

ABSTRACT– This paper highlights the use of Nature-Based Solutions (NbS) by Brazilian public management for urban stormwater management. With the increase in soil sealing, climate change, and the environmental impacts of human actions, there is a search for sustainable alternatives to reduce flooding, improve water quality, and increase urban resilience. The study focuses on these techniques's inclusion in Urban Drainage Master Plans and Urban Drainage Manuals, highlighting the recommendations for application and the main guidelines in this area. Finally, it highlights the importance of an integrated approach in public management for the use of these urban drainage techniques, as it is necessary to consider the diversity of urban areas, involve multiple social agents, and take into account the particularities and limitations of each NbS control device.

Palavras-Chave – Manejo de Águas Pluviais; Aplicabilidade

INTRODUÇÃO

A rápida urbanização das últimas décadas levou um grande desafio para as cidades brasileiras: gestão das águas pluviais e mitigação de enxurradas e alagamentos. O crescente aumento da taxa impermeabilização dos solos, o crescimento populacional e as alterações climáticas promovem pressão sobre os sistemas tradicionais de drenagem de água nas cidades. As Soluções baseadas na Natureza (SbN) apresentam-se neste contexto como uma opção complementar adequada.

Este trabalho revisa as diretrizes de aplicação de SbN para drenagem urbana fornecidas pelos Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDrU) e manuais relacionados. Visa-se assim destacar a

1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970, Porto Alegre, Brasil. E-mail: gabriela.borba.ec@gmail.com

2) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970, Porto Alegre, Brasil. E-mail: luciarrodrigues@gmail.com

3) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970, Porto Alegre, Brasil. E-mail: fernando.dornelles@ufrgs.br

importância destas estratégias no contexto do urbanismo e como as SbN, inspiradas em processos naturais, podem ser integradas à gestão das águas pluviais.

Os PDDrU e seus manuais, como instrumentos municipais de regulação, são essenciais para o diagnóstico, planejamento e mitigação dos impactos da urbanização sobre os sistemas hídricos de cada município, pois focam nos âmbitos de gestão e dimensionamento dos sistemas de drenagem e orientam as principais medidas a serem implantadas.

Esta pesquisa teve como objetivo coletar informações sobre as diretrizes de aptidão dessas técnicas complementares aos sistemas tradicionais de drenagem urbana, pois a implementação, viabilidade e eficiência ideais desses dispositivos dependem de tais fatores. Neste contexto, este estudo busca aprofundar o conhecimento sobre as SbN e sua aptidão para a gestão de águas pluviais em áreas urbanas brasileiras. Estimamos que as SbN representam um caminho promissor para cidades mais resilientes, sustentáveis e saudáveis.

REVISÃO DE LITERATURA

A urbanização acelerada, muitas vezes sem as devidas medidas de mitigação, e as mudanças climáticas colocam os sistemas de drenagem urbana tradicionais em xeque. A maior taxa de impermeabilização do solo, consequência da expansão urbana desordenada ou ainda, planejada sem levar estes aspectos em conta, intensifica o escoamento superficial, elevando o risco de enxurradas e alagamentos. E ainda, as cidades sofrem com a poluição hídrica, degradação dos ecossistemas e comprometimento da qualidade de vida da população.

Em resposta a esses desafios, as SbN surgem como uma alternativa promissora para o manejo de águas pluviais em áreas urbanas. As SbN buscam mimetizar os processos naturais, restaurando a harmonia entre cidades e o meio ambiente, em especial com a água. Ao invés de combater a natureza, as SbN a integram à infraestrutura urbana, englobando uma ampla gama de práticas, incluindo medidas não estruturais, associadas majoritariamente a preservação de habitats naturais, e medidas estruturais, que podem complementar os sistemas convencionais de drenagem (Cohen-Shacham et al., 2016).

Essas técnicas geram diversos benefícios, como (Baptista, 2005; Sørup et al., 2019; Adesoji e Pearce, 2024): a mitigação dos impactos negativos da urbanização sobre os serviços ecossistêmicos, pois as SbN protegem e restauram áreas verdes, florestas e outros habitats naturais, essenciais para a regulação do clima, purificação da água e preservação da biodiversidade; o aumento da resiliência dos centros urbanos, já que tornam as cidades mais preparadas para enfrentar meteorológicos

extremos, como chuvas intensas e secas prolongadas, reduzindo o risco de enxurradas e alagamentos e contribuindo para a recarga dos aquíferos e a disponibilidade de água potável; e a melhoria do bem-estar da população, pois também criam espaços verdes e convidativos, que promovem um maior contato com a natureza, o lazer e a prática de atividades físicas.

Os sistemas tradicionais de drenagem, compostos por infraestrutura cinza (uso predominante de concreto), priorizam o escoamento rápido das águas pluviais, com foco na minimização de danos às áreas urbanas (Canholi, 2014). Essa abordagem, embora necessária em alguns casos, apresenta limitações, como o impacto ambiental, já que impermeabiliza ainda mais o solo, intensificando o problema do escoamento superficial e contribuindo para a poluição dos cursos d'água, e a falta de benefícios adicionais, pois se limita à remoção da água da superfície, sem oferecer vantagens como a recarga dos aquíferos, a criação de espaços verdes e a promoção da biodiversidade.

As SbN, por outro lado, representam um paradigma novo na gestão de águas pluviais em áreas urbanas. Ao integrar processos naturais à infraestrutura urbana, as SbN oferecem uma abordagem mais sustentável, resiliente e benéfica para as cidades e seus habitantes (European Commission, 2021). Elas incluem um conjunto diversificado de estratégias e técnicas que podem ser adaptadas às diferentes realidades urbanas. Telhados verdes, jardins de chuva, áreas permeáveis, sistemas de biorretenção e banhados construídos são alguns exemplos de SbN estruturais que podem ser integrados à infraestrutura de drenagem urbana (Baptista, 2005; Lourenço, 2014).

METODOLOGIA

Neste estudo, utilizamos uma abordagem de pesquisa exploratória e documental para examinar como as SbN estão sendo adotadas nos PDDrU e seus manuais pelas gestões públicas municipais para o gerenciamento de águas pluviais urbanas.

O estudo foi conduzido em etapas, incluindo a coleta de documentos, que compreendem os PDDrU das capitais das regiões sul e sudeste e o Distrito Federal, análise qualitativa das menções às SbN e a sumarização dos requisitos disponibilizados nos planos e manuais de cada dispositivo.

Foram identificadas como medidas estruturais ligadas às SbN e comumente usadas na drenagem urbana os sistemas de infiltração e de biorretenção, telhados verdes e banhados construídos.

RESULTADOS

De acordo com os PDDrU analisados, os sistemas de infiltração, que incluem pavimentos porosos, trincheiras, poços e valas de infiltração, geralmente consistem em uma escavação na qual um volume é armazenado temporariamente e depois infiltrado, pelo fundo e/ou pelas laterais. Para

tanto, devem ser implantados em solo permeável, de condutividade hidráulica entre 7 e 36 mmh^{-1} para as trincheiras de infiltração, podendo chegar a 200 mmh^{-1} para os pavimentos, valas e poços de infiltração, e com área contribuinte menor que 10 ha para os pavimentos e 6 ha para o restante.

A profundidade do lençol freático deve ser suficiente para garantir uma espessura adequada de zona não saturada, permitindo a filtragem do escoamento e prevenindo a contaminação do próprio lençol freático. Os PDDrU recomendam então que seja maior que 1 m , sendo contado do fundo do dispositivo até a zona saturada.

Em relação à declividade, há divergências, pois é necessário considerar que a superfície de fundo do dispositivo deve ser plana ou com uma declividade muito pequena. Para obras lineares, como valas e trincheiras, a declividade pode ser um grande limitador, sendo recomendada uma inclinação máxima de 10% . Para pavimentos, o valor máximo recomendado é de 5% . Em outros casos, a declividade do terreno pode interferir na viabilidade de sua utilização, devendo ser avaliada individualmente. A figura 1 apresenta o esquema geral de uma trincheira de infiltração.

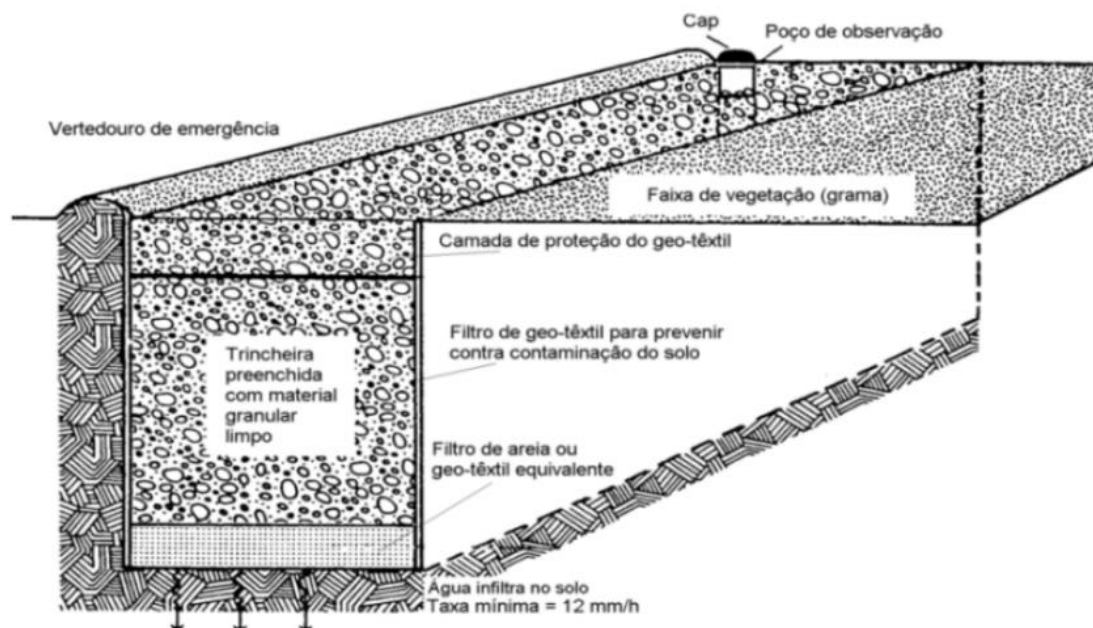


Figura 1 – Trincheira de infiltração. Fonte: Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (2015).

Para os sistemas de biorretenção, tais como jardins de chuva e valas gramadas, recomendou-se majoritariamente as mesmas diretrizes apontadas para os sistemas de infiltração, com o adendo de que há a variabilidade a depender das condições específicas e da vegetação aplicada. A figura 2 a seguir exemplifica a compartimentalização de um jardim de chuva.

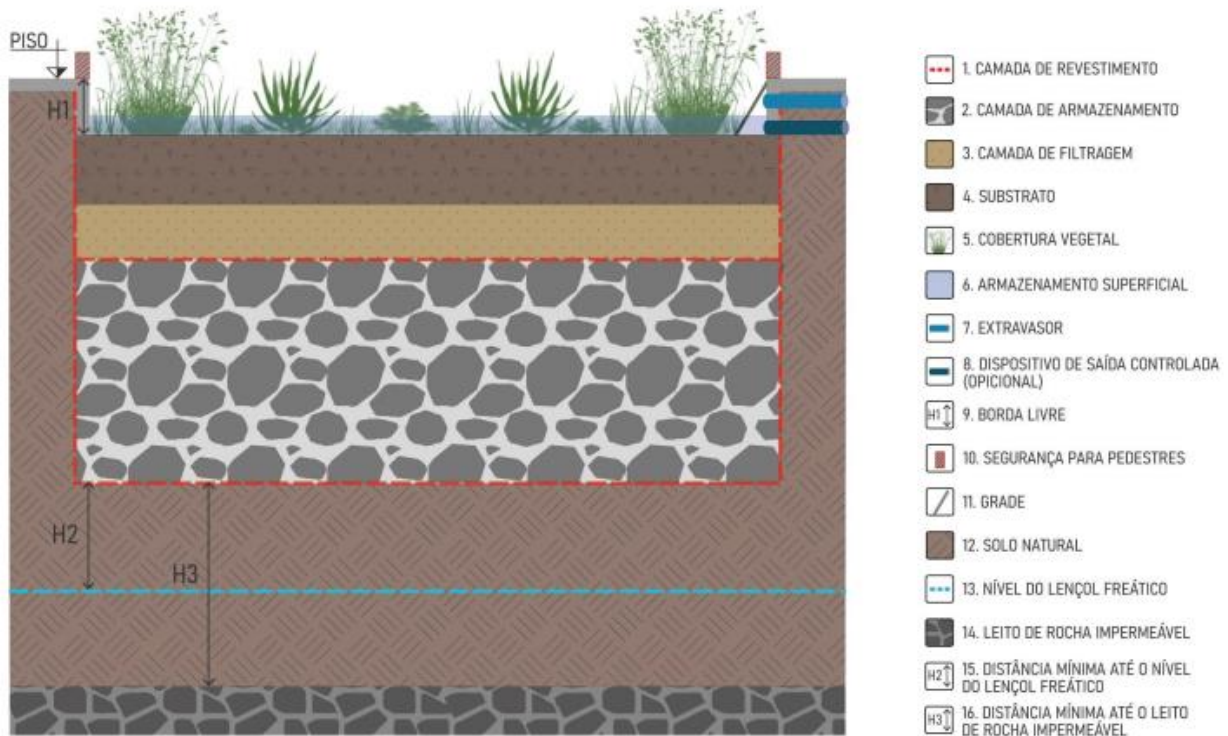


Figura 2 – Configuração típica de um jardim de chuva. Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2022).

Em relação aos banhados construídos, também conhecidos como zonas úmidas construídas ou alagados construídos, destacou-se que podem ser implementados para reter poluentes e sedimentos do escoamento superficial. Para isso, a declividade do terreno deve ser quase nula, de modo que o escoamento superficial, ao chegar, não infiltre, mas escoe lentamente entre a vegetação e sobre a lâmina d'água existente, permitindo a filtragem do volume escoado.

É mencionado ainda que a área de drenagem pode ser maior que 2 ha e menor que 100 ha, ressaltando-se que é necessário dispor-se de área para sua implementação e o solo deve ser adequado para o suporte da vegetação nativa e para a formação do alagado. A figura 3 a diante é a representação de um alagadiço disponibilizada pela Prefeitura de São Paulo.

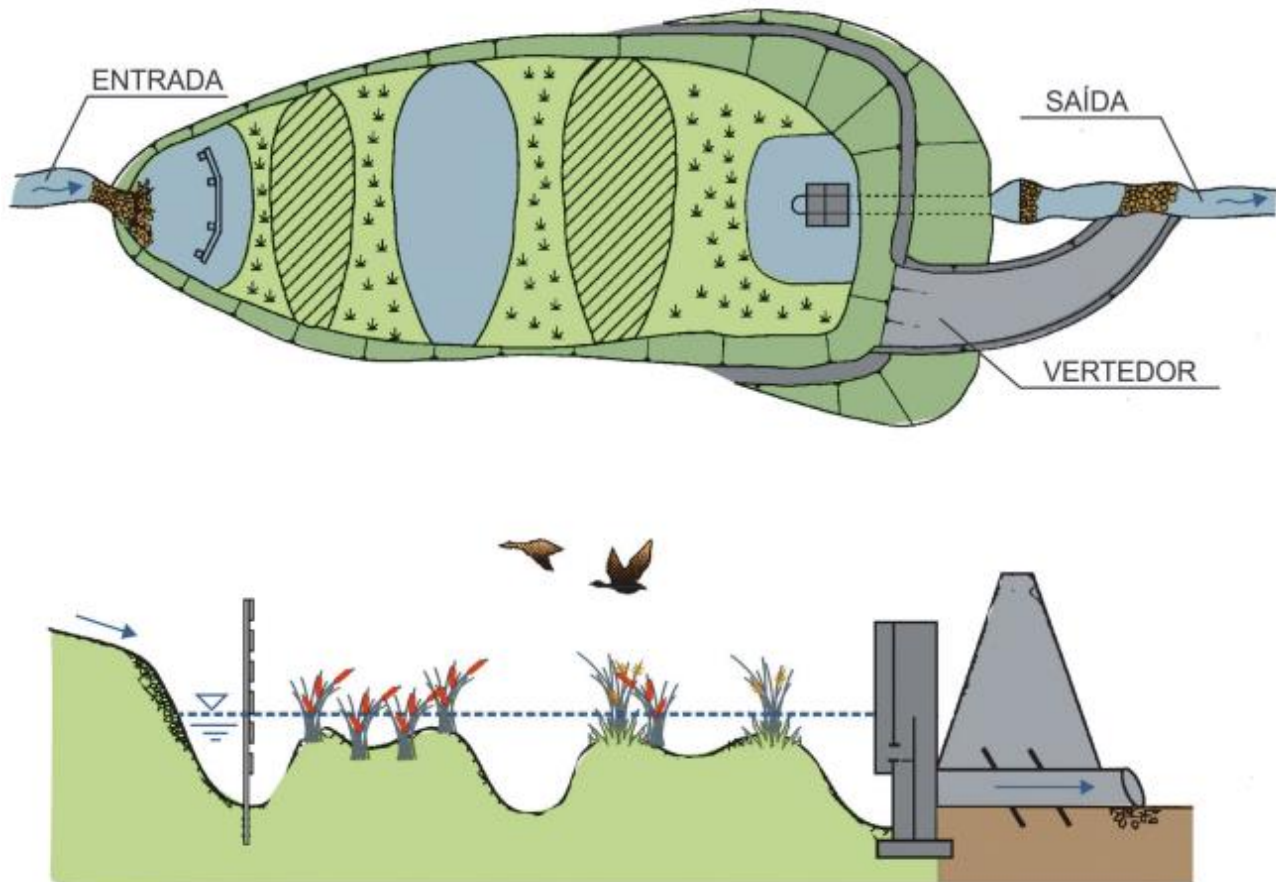


Figura 3 – Alagadiço. Fonte: Prefeitura de São Paulo (2012).

Por fim, em relação aos telhados verdes, que são jardins construídos sobre coberturas impermeáveis, os planos indicam que esse dispositivo pode ser implementado de forma isolada ou como parte do planejamento de uma área maior.

Os principais requisitos associados às coberturas verdes mencionados pelos PDDrU incluem: laje ou cobertura de pequena declividade; estabilidade estrutural da cobertura adequada ao peso do dispositivo; espessura e composição adequadas do substrato são essenciais para garantir o desenvolvimento e a durabilidade da vegetação desejada, pois, quanto mais espesso o substrato, maior a capacidade de suportar vegetações maiores e de retenção de água de forma mais eficiente; e as condições de insolação e dos ventos devem ser levadas em consideração na escolha dos tipos vegetais mais adequados. A figura 4 retrata a configuração típica de uma cobertura vegetada.

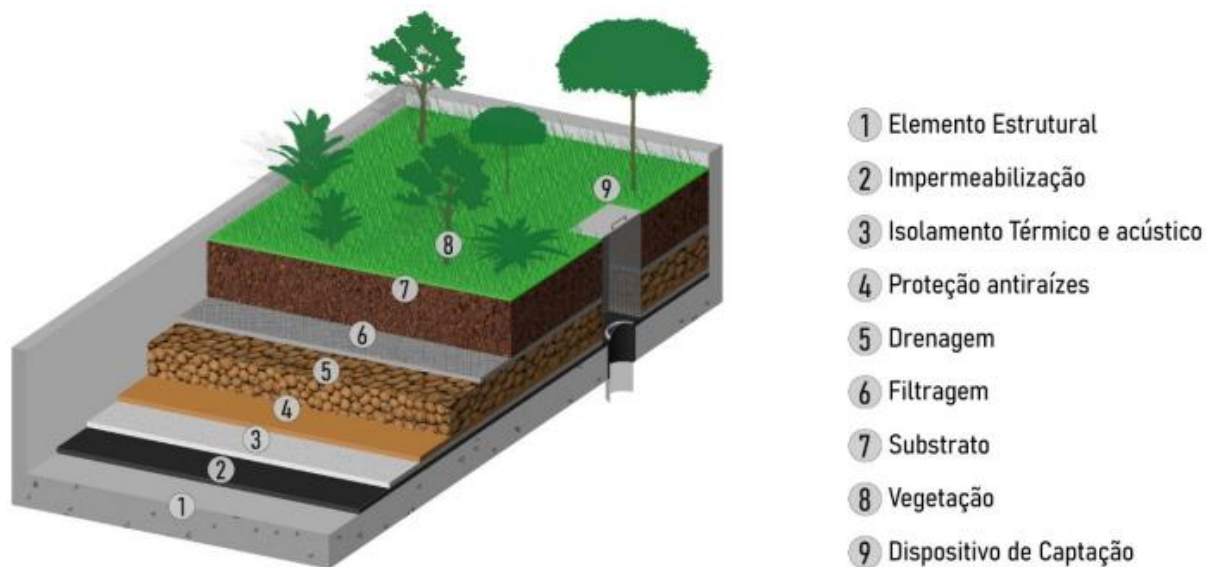


Figura 4 – Configuração típica de um telhado verde. Fonte: Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2022).

CONCLUSÕES

Este artigo avalia as SbN como uma forma possível de melhorar a gestão de águas pluviais urbanas no Brasil, visto que a análise dos PDDrU mostrou que elas complementam os sistemas tradicionais, reduzem alagamentos, e melhoram a qualidade da água, aumentando a vitalidade da cidade e promovendo a biodiversidade, além de diversos outros benefícios. No entanto, ficou claro que a descrição dos requisitos de aplicação nos PDDrU é superficial, limitada a características gerais e ignorou características específicas ou locais. Além disso, a implementação bem sucedida das SbN requer uma abordagem integrada e um compromisso com a investigação, desenvolvimento e monitoramento das soluções implementadas. Em suma, as SbN são essenciais para tornar as cidades brasileiras sustentáveis e resilientes, em benefício do ambiente urbano e do bem-estar das comunidades.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Soluções baseadas na Natureza (INCT SbN), pelo qual os autores agradecem o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ADESOJI, T.; PEARCE, A. (2024). “*Interdisciplinary Perspectives on Green Infrastructure: A Systematic Exploration of Definitions and Their Origins.*” *Environments* 11 (1): 8. <https://doi.org/10.3390/environments11010008>.

BAPTISTA, M. B. (2005). *Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana*. ABRH. 318 p.

CANHOLI, A. P. (2014). “*Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.*” São Paulo, Brasil: Oficina de Textos. 384 p.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C; MAGINNIS, S. eds (2016). “*Nature-Based Solutions to Address Global Societal Challenges.*” IUCN International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>.

EUROPEAN COMMISSION. (2021). “*Brief me on nature-based solutions.*” https://knowledge4policy.ec.europa.eu/biodiversity/brief-me-nature-based-solutions_en.

LOURENÇO, R. R. de A. (2014). “*Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis*”. Dissertação de Mestrado, Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. <http://hdl.handle.net/10400.26/14071>.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. (2012). “*Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: Volume 2 - Aspectos Tecnológicos: Fundamentos.*” São Paulo. Recuperado em 08 de agosto de 2023, de https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. (2022). “*Instrução Técnica para Elaboração de Estudos e Projetos de Drenagem: Capítulo 3 - Controle na Fonte e Lançamento no Sistema Público de Drenagem. Belo Horizonte.*” Recuperado em 08 de agosto de 2023, de <https://prefeitura.pbh.gov.br/obras-e-infraestrutura/informacoes/publicacoes/instrucao-estudos-e-projetos-de-drenagem>.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. (2015). “*Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro.*” Recuperado em 08 de agosto de 2023, de http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/8940582/4249724/RA0027.RA.3775_RELATORIOSINTESEPDMAP.pdf.

SØRUP, H. J. D.; FRYD, O.; LIU, L.; ARNBJERG-NIELSEN, K.; JENSEN, M. B. (2019). “*An SDG-Based Framework for Assessing Urban Stormwater Management Systems.*” *Blue-Green Systems* 1 (1): 102–18. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.922>.