



SIMILARIDADES E DICOTOMIAS ENTRE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INFRAESTRUTURA VERDE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Orlando Vinicius Rangel Nunes ¹
Maria do Carmo de Lima Bezerra ²
Raquel Oliveira de Albuquerque ³

RESUMO

Objetivo: Busca-se responder a seguinte indagação: Quais as similaridades e dicotômicas entre infraestrutura verde (IV) e soluções baseadas na natureza (SbN) na visão dos pesquisadores brasileiros e, como as soluções identificadas mitigam a depleção dos serviços ecossistêmicos urbanos?.

Método: Adotou-se a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) por meio do protocolo PRISMA em pesquisa na base do Periódicos CAPES. Os critérios de inclusão e exclusão foram texto originais, revisados por pares, publicados em revistas nacionais e internacionais em português, sobre os temas de SbN, IV, assentamentos informais e espaço livre público. Após a leitura dos 90 textos identificados se definiu um universo de 41 textos para integrar a RSL.

Originalidade/Valor: Estes foram analisados sobre ótica inédita reunindo os temas IV, SbN, proteção de serviços ecossistêmicos e ocupação do solo urbano..

Resultados e Discussão: Foram identificadas as visões dos autores a respeito das pressões da urbanização sobre os serviços ecossistêmicos e as soluções para sua proteção. Conclui-se que os conceitos de SbN e IV se confundem na maioria das abordagens e que a adoção de uma urbanização associada a natureza enfrenta desafios conceituais, operacionais e gerenciais.

Implicações da Pesquisa: A pesquisa oferece informações sobre a integração da IV e das SbN no planejamento urbano para enfrentar os desafios da urbanização desordenada e a degradação dos serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Solução Baseada na Natureza (SbN), Infraestrutura Verde (IV), Revisão Sistemática de Literatura (RSL), Drenagem Urbana.

SIMILARITIES AND DICHOTOMIES BETWEEN NATURE-BASED SOLUTIONS AND GREEN INFRASTRUCTURE: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Objective: The study seeks to address the following question: What are the similarities and dichotomies between green infrastructure (GI) and nature-based solutions (NBS) from the perspective of Brazilian researchers, and how do the identified solutions mitigate the depletion of urban ecosystem services?

Method: A Systematic Literature Review (SLR) was conducted using the PRISMA protocol in research within the CAPES Journal database. The inclusion and exclusion criteria were original texts, peer-reviewed, published in national and international journals in Portuguese, covering the themes of NBS, GI, informal settlements, and public open space. After reviewing the 90 identified texts, a final selection of 41 texts was made for the SLR.

¹ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: orlandovrnunes@gmail.com

² Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: macarmo@unb.br

³ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU - UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil. E-mail: arq.raquel.a@gmail.com



Originality/Value: These texts were analyzed from a novel perspective, bringing together the themes of GI, NBS, ecosystem services protection, and urban land use.

Results and Discussion: The study identified the authors' views on the pressures of urbanization on ecosystem services and the solutions for their protection. It was concluded that the concepts of NBS and GI are often conflated in most approaches and that adopting urbanization associated with nature faces conceptual, operational, and managerial challenges.

Research Implications: The research provides insights into the integration of GI and NBS in urban planning to address the challenges of uncontrolled urbanization and the degradation of ecosystem services.

Keywords: Nature-Based Solution (NBS), Green Infrastructure (GI), Systematic Literature Review (SLR), Urban Drainage.

SIMILARIDADES Y DICOTOMÍAS ENTRE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA E INFRAESTRUCTURA VERDE: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

RESUMEN

Objetivo: El estudio busca responder a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las similitudes y dicotomías entre la infraestructura verde (IV) y las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) desde la perspectiva de los investigadores brasileños, y cómo las soluciones identificadas mitigan la degradación de los servicios ecosistémicos urbanos?

Método: Se realizó una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) utilizando el protocolo PRISMA en la base de datos de Periódicos CAPES. Los criterios de inclusión y exclusión fueron textos originales, revisados por pares, publicados en revistas nacionales e internacionales en portugués, sobre los temas de SbN, IV, asentamientos informales y espacio público abierto. Tras la revisión de los 90 textos identificados, se seleccionó un total de 41 textos para integrar la RSL.

Originalidad/Valor: Estos textos fueron analizados desde una perspectiva novedosa, reuniendo los temas de IV, SbN, protección de servicios ecosistémicos y uso del suelo urbano.

Resultados y Discusión: El estudio identificó las opiniones de los autores respecto a las presiones de la urbanización sobre los servicios ecosistémicos y las soluciones para su protección. Se concluye que los conceptos de SbN e IV a menudo se confunden en la mayoría de las aproximaciones y que la adopción de una urbanización asociada a la naturaleza enfrenta desafíos conceptuales, operativos y de gestión.

Implicaciones de la investigación: La investigación ofrece información sobre la integración de la IV y las SbN en la planificación urbana para enfrentar los desafíos de la urbanización desordenada y la degradación de los servicios ecosistémicos.

Palabras clave: Solución Basada en la Naturaleza (SbN), Infraestructura Verde (IV), Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), Drenaje Urbano.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



1 INTRODUÇÃO

As diferentes formas de manejo do território expressam padrões de ocupação do solo que podem tanto facilitar o acesso aos serviços ecossistêmicos como dificultá-lo ou mesmo



eliminá-lo. Assim, a relação entre ecossistemas e a ocupação humana, repercutirá na qualidade de vida das populações ao longo do tempo, demandando constantemente a consideração de conhecimentos relativos as suas dinâmicas e de ações de gestão territorial que contemplem a lógica da natureza.

Serviços ecossistêmicos compreendem todos os benefícios e bens providos pela natureza para o suporte das atividades humanas em um dado território. Entretanto, a percepção dos serviços ecossistêmicos como condições da natureza, a ocupação do solo tem sido um tema relativamente recente de estudo no planejamento da paisagem urbana, constituindo um campo disciplinar, ainda em construção, embora crescente (Mooney; Ehrlich, 1997; Mea, 2005; Costanza, 2008; Potschin; Haines-Young, 2017).

Se por um lado as ocupações humanas iniciais foram condicionadas pelos imperativos do sítio de acesso aos recursos naturais, sobretudo os hídricos e os florestais, o que se verifica ao longo dos anos é um processo de exploração, que não só se intensificou, como levou a perda de protagonismo da natureza (MARSH, 1864). No caso das ocupações urbanas, o conceito de paisagem natural se aproximou do de paisagem rural, reforçando a mentalidade na qual a natureza é um obstáculo a ser superado, utilizada quando muito para elemento estético, ignorando seu papel essencial de suporte do meio urbano (Oliveira, 2017; Sant'anna, 2020). Os modelos de ocupação urbana ao longo do tempo foram se distanciando cada vez mais as populações dos benefícios recebidos de seu próprio ecossistema e como resultado, surgiram as práticas de planejamento e desenvolvimento urbano, que desconsideram a relação dos processos naturais na paisagem (Hopkins, 2013; Costa; Gimmlernetto, 2015).

Hoje é consenso que grande número de cidades se tornou inaptas a responder às pressões contemporâneas por adaptação e resiliência aos impactos decorrentes do distanciamento entre as cidades e a lógica de seu meio físico-biótico. Como se sabe, essas consequências se expressam mais fortemente na escassez de água, mudanças do clima, inundações e desmoronamentos, entre outros fenômenos (Mcharg, 1969; Mea, 2005; Bonam, 2008; Waldheim, 2016; Bélanger, 2017).

Apesar de não integrarem a prática dominante na forma de produzir cidades, as primeiras tentativas de considerar a natureza como parte do espaço urbano retrocede a época da Revolução Industrial, quando as áreas verdes começaram a ser introduzidas nas cidades. Eram elementos de separação de atividades e/ou conexão de áreas da cidade com suas expansões. Tais iniciativas de caráter intraurbano tinham uma preocupação comum: trazer sol, ar fresco e o verde para dentro do meio urbano de modo a minimizar a insalubridade das cidades (Oliveira, 2017).



2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em um apanhado rápido sobre acontecimentos paralelos às práticas dominantes se podem destacar que ao longo do século XX iniciativas como as do planejamento urbano ambiental, a partir da década de 1960, apresentam com sustentação conceptual e metodológica, práticas de ocupação urbana que consideram as bacias hidrográficas como unidade de estudo e intervenção associada aos condicionantes do meio físico biótico (Mcharg, 1969; Forman; Godron, 1986; Dramstad; Olson; Forman, 1996; Oliveira, 2017).

Mais recentemente, a partir dos anos 1990, abordagens interdisciplinares relacionadas aos ecossistemas urbanos foram desenvolvidas visando o aumento da resiliência e adaptabilidade das ocupações humanas (Escobedo et al., 2019). Destacam-se dentre elas as abordagens disciplinares relativas aos Serviços Ecossistêmicos (Mea, 2005; Costanza, 2008; Potschin; Haines-Young, 2017), Infraestrutura Verde (Bonzi, 2017; Meneguetti, 2017; Firehock; Walker, 2019), Ecologia Urbana (Forman, 2014), Infraestrutura da Paisagem (Bélanger, 2017), Urbanismo da Paisagem (Waldheim, 2016), Ecologia da Restauração (Hobbs, 2007), Soluções Baseadas na Natureza (Scott et al., 2016).

Contudo, Escobedo et al. (2019) alertam para certas precauções na adoção isolada dessas abordagens, dado que são inerentemente interdisciplinares. Assim, deve-se observar sua complementaridade em prol de um tratamento integral da paisagem, considerando sempre o contexto socioeconômico local, como o dos países do Sul Global, onde o acesso desigual aos benefícios da natureza é uma característica dos arranjos urbanos.

É dentro dessa perspectiva que se contextualiza a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) realizada aqui. Seu desafio foi a compreensão das duas mais destacadas abordagens difundidas no Brasil atualmente, qual seja, a da infraestrutura verde e das soluções baseadas na natureza. A questão que norteou a pesquisa foi: quais as similaridades e dicotômicas entre infraestrutura verde e das soluções baseadas na natureza e, em especial, como as soluções que apregoam respondem aos problemas reais de depleção dos serviços ecossistêmicos das nossas cidades⁴.

⁴ Esta pesquisa faz parte de outra mais ampla, realizada também em inglês, que compreende: revisão sistemática de literatura, diagnóstico urbanístico dos ecossistemas, estudo de casos dirigido às soluções baseadas na natureza e processos participativos com comunidade em vulnerabilidade. É patrocinado pela Decanto de Extensão da Universidade de Brasília/Brasil.



3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para empreender esta revisão sistemática de literatura se utilizou como método os procedimentos da *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) adotando uma perspectiva descritiva e crítica. Para seleção dos textos se utilizou o Portal de Periódicos CAPES, adotando como critérios: artigos originais, nacionais e internacionais, revisados por pares no período entre 2010 e 2022. Outro critério de elegibilidade se refere a textos publicados em português com origem em qualquer país.

Para iniciar a codificação se partiu de um entendimento conceitual que fizesse referência a questão central, qual seja como planejar e projetar cidades em consonância com a natureza preservando seus serviços ecossistêmicos. Para tanto se utilizou o entendimento de Albert et al. (2019, p. 12) de que as SbN são “[...] ações que aliviam um desafio social bem definido (orientação para o desafio), empregam processos ecossistêmicos de redes de infraestruturas espaciais, azuis e verdes (utilização de processos ecossistêmicos) e estão integradas em modelos de governança viáveis para implementação (viabilidade prática)”.⁵

Dessa forma se partiu de um termo geral que seriam Soluções baseadas na Natureza (SbN) mas com descritores que envolvessem as demais abordagens que foram subdivididos em três grupos, envolvendo conceitos similares relacionados às SbN: problemas e soluções associados às SbN; SbN aplicadas a assentamentos irregulares e soluções de SbN aplicadas ao espaço livre público (Tabela 1).

Tabela 1

Estratégia de busca utilizados na RSL

Assuntos	Descritores e Estratégias de Busca
SbN	(“soluções baseadas na natureza” OR “solução baseada na natureza” OR “Infraestrutura Verde” OR “Infraestrutura Natural” OR “Adaptação baseada em Ecossistema” OR “drenagem sustentável” OR “urbanismo sensível a água” OR “arquitetura da paisagem”) AND
Problemas e soluções	(“transição ecológica” OR “transição” OR “participação social” OR “gestão participativa” OR “participação” OR “justiça ambiental” OR “mudanças climáticas” OR “ilha de calor” OR “serviço ecossistêmico” OR “sustentabilidade” OR “gestão adaptativa” OR “adaptação” OR “planejamento urbano” OR “avaliação de risco” OR “impermeabilização” OR “resiliência” OR “área de risco” OR “desastre” OR “ocupação do solo” OR “uso do solo” OR “infraestrutura urbana” OR “permeabilidade” OR “vegetação” OR “metabolismo”

⁵ Traduzido pelos autores do original em inglês: “We define NBS as actions that alleviate a well-defined societal challenge (challenge-orientation), employ ecosystem processes of spatial, blue and green infrastructure networks (ecosystem processes utilization), and are embedded within viable governance or business models for implementation (practical viability).”



Assentamentos irregulares	OR “assentamento precário” OR “baixa renda” OR “favela” OR “assentamento informal” OR “assentamento subnormal” OR “assentamento irregular” OR “assentamento clandestino” OR “área precária” OR “regularização fundiária” OR “projeto de regularização” OR
Espaço Livre Público	“Espaço público” OR “Espaço Livre Público” OR “Espaço Livre Urbano Público” OR “Espaço Público Urbano” OR “Espaço Verde”)

A busca foi realizada em abril de 2023. A exclusão dos artigos duplicados e/ou que tratassem do mesmo caso foi realizada por ferramenta automatizada. Na fase de triagem, a elegibilidade dos registros foi feita por meio da leitura dos títulos e resumos dos artigos no formato de avaliação cega por 5 pesquisadores vinculados ao LabPaisagem da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Por fim, os códigos foram eleitos visando responder ao problema de pesquisa, conforme descrito na Tabela 2. Seis pesquisadores, professores e alunos, codificaram os artigos distribuídos aleatoriamente.

Tabela 2

Relação de códigos e correspondência com o problema de pesquisa

Problema	Referência ao livro de códigos
1.1. Quando foi introduzido o conceito de SbN no debate político e na comunidade científica?	Adoção da abordagem nos quadros políticos no Brasil
	Adoção da abordagem na comunidade científica no Brasil
	Natureza das publicações científicas que abordam o tema
1.2. Qual é os desafios abordados pelo SbN que poderia ser solucionado pelo SbN?	Desafios gerais do SbN
	Desafios sociais abordados nos estudos sobre SbN
	Relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)
1.3. Como é utilizado o processo ecossistêmico (relacionados ao SbN)?	Tipos de SbN e suas soluções técnicas
	Locais dos estudos de caso
	Escala de intervenção
	Serviços ecossistêmicos urbanos prestados
	Impactos da urbanização sobre os serviços ecossistêmicos
	Expectativas das pessoas associadas a natureza
1.4. Qual é a viabilidade prática da implementação do SbN?	Valores da Natureza
	Quadros políticos
	Incentivos ou mecanismos regulatórios
	Participação social
	Barreiras
Possibilidades	
Lacunas e pesquisas futuras	

A qualidade metodológica dos estudos selecionados foi avaliada qualitativamente utilizando critérios como método científico utilizado, uso de dados primários, base conceitual alinhada ao conceito básico utilizado, e conflito de interesse entre o autor e o estudo. Foram realizadas reuniões periódicas durante 3 meses entre os pesquisadores para discussões qualitativas e alinhamento dos critérios de análises utilizados como: razões para seleção dos



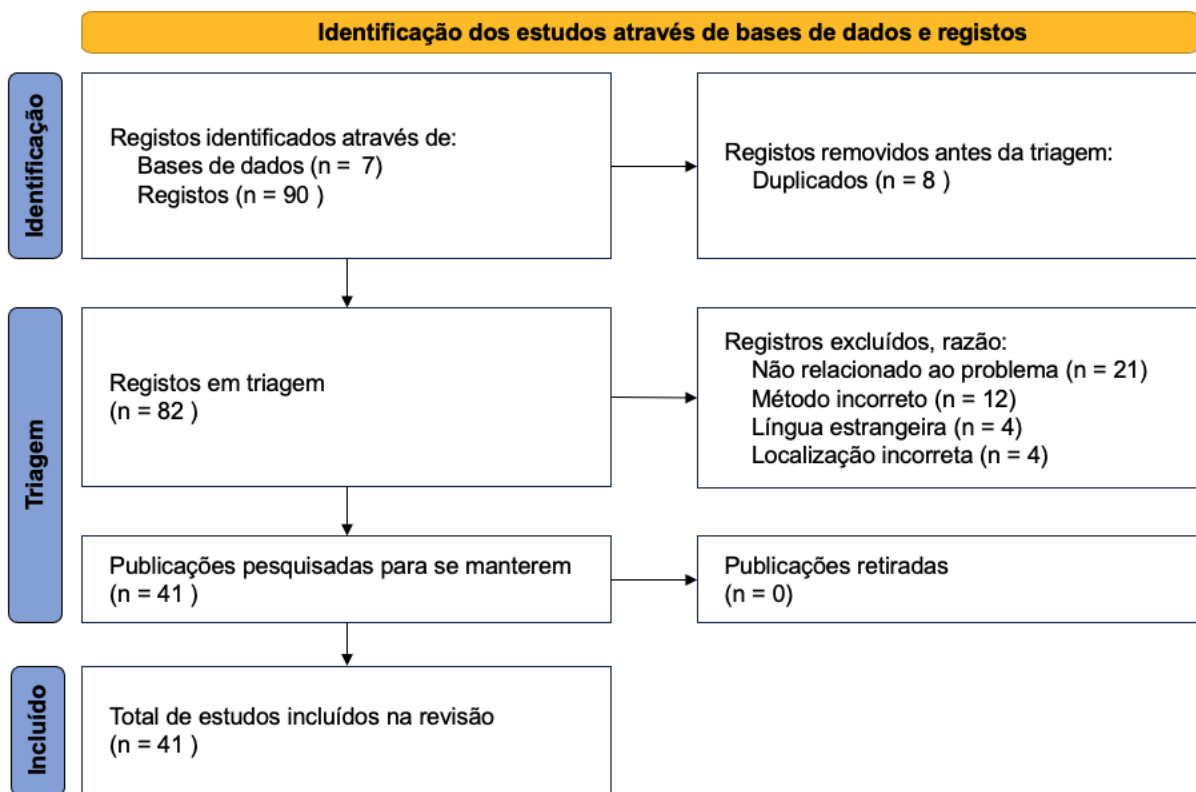
casos de estudo; correlação entre casos; método científico empregado; emprego do conceito e uso de terminologias semelhantes para o mesmo conceito.

O procedimento de síntese foi feito por meio da reunião de todas as citações diretas, codificadas conforme Quadro 2, em blocos de textos que foram reagrupados em assuntos comuns. A partir daí foi realizada a sumarização de todas as abordagens por autor de modo que ficasse clara a visão de cada um e as convergências e divergentes entre os textos.

A estratégia de busca resultou em 90 artigos, localizados em 7 bases de dados, a saber: Directory of Open Access Journals, SCiELO, SCiELO Brazil, SciELO Public Health, SciELO Portugal, Elsevier ScienceDirect Journals e Social Sciences Citation Index (Web of Science), conforme descrito na Figura 1.

Figura 1

Fluxograma da revisão sistemática e número de registros encontrados



Fonte: autores com base na versão traduzida do diagrama de fluxo do PRISMA (2020).

Destes se localizou 8 registros duplicados e resultou em 82 artigos para a fase de triagem. Nesta fase, foram removidos 41 registros e manteve-se 41. Sendo que 21 registros foram excluídos por não estarem relacionados ao problema de pesquisa, 12 foram removidos por usarem métodos de pesquisa inadequados ao objetivo de investigação, 4 por estarem em



língua estrangeira e 4 por tratarem de contextos espaciais diferentes daqueles relacionados ao problema de pesquisa. Todos os artigos estavam disponíveis para acesso e foram analisados em sua integralidade.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como já referido inicialmente a motivação inicial foi um estudo sobre o pensamento dos pesquisadores brasileiros, com publicações em português, sobre soluções baseadas na natureza ampliado para infraestrutura verde. Essa visão ampla considerou abordagens capturadas pelos descritores de estudos de um urbanismo promotor da integridade dos ecossistemas e não exclusivamente estudos que adotassem o termo SbN. Esse fato fez comparecer nos resultados o conceito e o termo que tem sido mais difundido no país como soluções para melhoria da resiliência e proteção e promoção de serviços ecossistêmicos.

4.1 IMPACTO DA URBANIZAÇÃO SOBRE OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A leitura sobre o que é entendido como pressões da urbanização brasileira sobre a integridade dos serviços ecossistêmicos apontou como causa a urbanização desigual que caracteriza o País, onde grande parte das áreas urbanas teve sua ocupação do solo sem qualquer tipo de planejamento, com ausência de áreas verdes e ocupação de margens de cursos d'água e outras áreas de fragilidade ambiental. Também, não se pode desprezar o fato de que o modelo de ocupação das áreas regulares foi e é promotor de perdas significativas de benefícios ambientais, em especial os que se referem a provisão hídrica decorrentes do alto nível de impermeabilização do solo. Na Tabela 3 abaixo se encontra uma síntese das abordagens dos autores sobre as pressões que a urbanização causa nos ecossistemas.

Tabela 3

Abordagem dos autores sobre a pressão da urbanização

Autor	Abordagem adotada
Ximenes (2022)	uso irregular do solo urbano em áreas impróprias gerando inundações e deslizamentos
Guimaraes (2018)	remoção da cobertura vegetal, aumento da impermeabilização e ocupação das margens dos rios.
Seraphim (2019)	alteração do regime hidrológico devido ao aumento da impermeabilização do solo
Timmermann (2017)	aumento da impermeabilização do solo com espalhamento urbano
Sobrinho; Neves (2015)	impermeabilização do solo



Fernandes (2022)	falta de conexão entre áreas verdes das Unidades de Conservação e os processos de ocupação do solo urbano
Pereira (2021)	crescimento desordenado com desmatamentos e poucas áreas verdes e livres
Caiche (2021)	Impermeabilização do solo e poucas áreas verdes e livres
Campos (2021)	Rebaixamento do lençol freático e ocupação do solo desconsiderando a lógica das bacias hidrográficas
Souza (2019)	Reduzidas áreas verdes e livres nas cidades
Soares (2022)	ocupação de áreas de risco e a pressão antrópica nos mananciais
Pinheiro (2015)	supressão de vegetação e contaminação dos solos e das águas
Franco (2013)	alterações no clima urbano e aumento de inundações por falta de integração entre a paisagem natural e ocupação urbana
Lotufo (2017)	falta de integração entre o projeto da paisagem e o do edifício
Herzog (2010)	Reduzidas áreas livres e verdes e sua falta de conexão
Autora 2	Impermeabilização do solo, rebaixamento lençol freático e ausência de sistemas de drenagem.
Olak (2020)	desconexão entre paisagem natural e construída
Mattos (2020)	Baixa infiltração da água no solo, cursos d'água canalizados e poluídos, erosões, deslizamentos e aumento das áreas impermeáveis
Medeiros (2017)	urbanização com alta impermeabilização, aumento do escoamento superficial e acarreta alagamentos, inundações e enxurradas
Ackermann (2021)	alterado o ciclo hidrológico desflorestamento das APP de topo de morro
Romero (2010)	Modificação da topografia com remoção da cobertura vegetal, criando ilhas de calor, erosões, falta de sombreamento nos espaços públicos, assoreamento dos corpos d'água e diminuição da biodiversidade.
Baumgartner (2021)	impermeabilização do solo, desmatamento. carregamento de terra e lixo para corpos d'água, assoreamento de rios e lagos, ilhas de calor
Ximenes (2020)	impermeabilização do solo e canalização de rios levando a enchentes, alagamentos, escorregamentos e ilhas de calor.

No geral, os principais aspectos levantados em relação ao tipo de urbanização das cidades brasileiras que comprometem os serviços ecossistêmicos se referem a: (i) urbanização rápida e desordenada; (ii) supressão de áreas verdes; (iii) canalização de rios; (iv) impermeabilização do solo; (v) ocupação de áreas de preservação permanente. A infraestrutura cinza monofuncional é destacada por todos como inadequada para a solução dos problemas e muitas vezes como responsáveis por estes. Elas quase sempre bloqueiam as dinâmicas naturais e, portanto, mesmo que possa prestar algum serviço de manutenção das funções urbanas, elas prejudicam os serviços ecossistêmicos, reduzindo a resiliência das cidades.

Por outro lado, os serviços perdidos estão associados a: (i) comprometimento da quantidade das águas pela baixa recarga de aquíferos e da qualidade das águas pelo assoreamento, erosão, e contaminação subterrânea e superficial; (ii) comprometimento da regulação do ciclo hidrológico, resultando em perda de solo e sua desestabilização gerando inundações, enchentes, alagamentos e desmoronamento que ainda compromete a vida das pessoas; (iii) comprometimento da regulação do clima com aumento das temperaturas urbanas além do aumento do efeito de ilhas de calor.



4.2 PRATICAS URBANÍSTICAS APONTADAS COMO SOLUÇÕES DE MELHORIA DOS ESPAÇOS E ECOSSITEMAS URBANOS

Nesse tópico a leitura sobre a bibliografia selecionada se deu com objetivo de identificar os tipos de soluções adotadas pelos autores quando de suas recomendações e/ou prática do projeto urbano. Nesse ponto se destaca um diálogo maior com os problemas reais das cidades brasileiras, ou seja, se na discussão teórica existe referência a todas as possibilidades de soluções e de proteção dos mais variados serviços ecossistêmicos urbanos, na prática, os autores enfatizam soluções que mais se aproximam dos problemas identificados nas nossas cidades. Dessa forma passamos a fazer uma síntese, por autor, sobre as soluções mais utilizadas dentro do universo de suas pesquisas.

Ao analisar essa adesão, as especificidades das questões que recorrem nas cidades brasileiras desponta uma dicotomia: por um lado, enquanto nas discussões teóricas se destacam as abordagens voltadas a promoção de criação de áreas verdes e corredores verdes, ou seja, a renaturalização das cidades por meio da presença de vegetação; por outro lado, quando se observa as soluções apontadas pela prática, mais de 2/3 delas se valem de elementos de gestão das águas urbanas muito vinculados a soluções que contribuem com os ecossistemas, mas que não são entendidas como SBN, pelo menos na literatura internacional. De qualquer sorte não se pode dizer que as soluções não sejam interdependentes, mas deve-se ter em conta que se renaturalização apoia gestão das águas nem toda medida de gestão das águas é de renaturalização. As proposições na maior parte advogam a criação de infraestrutura verde/azul integrada de modo a ampliar sua efetividade em termos de promoção da integridade ecológica.

Não poderia ser de outra forma na medida que um grave problema da nossa urbanização se refere a drenagem com recorrência de alagamentos, inundações e desmoronamentos de áreas, em especial de baixa renda e irregulares, essas comparecem na bibliografia estudada com um percentual de 60% aproximadamente de soluções associadas a técnica compensatórias de drenagem. Nesse caso o modelo proposto se vale do sistema Low Impact Development (LID) da corrente americana, ou Sustainable Drainage System (SuDs) termo usado no Reino Unido. Assim, é o tema da gestão das águas o que predomina.

Na outra mão, quando se discute a renaturalização das cidades com soluções de implantação de parques, jardins, corredores verdes/azuis, áreas de preservação e espaços públicos arborizados, a recorrência conceitual sempre recai sobre a corrente da infraestrutura verde, também de origem americana e que vem crescendo desde os anos de 1994.



4.3 VISÕES SOBRE SBN E INFRAESTRUTURA VERDE

O que se pode destacar é que na literatura pesquisada o conceito de SBNs comparece como um “conceito guarda-chuva” que incorporaria as diferentes abordagens de intervenções preventivas e reparadoras do uso e ocupação do território, englobando aquelas que advêm de diversos campos do conhecimento, como ciências ambientais, ecologia da paisagem, arquitetura e urbanismo. Essa observação decorrer de definições como a que associa as SBN a soluções que visam proteger, gerenciar e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, enfrentando desafios como mudanças climáticas, segurança alimentar e hídrica, e desastres naturais (UICN, 2016 apud Ximenes, 2022; Caiche, 2021). Ainda se encontra referências a SBN como soluções derivadas de tecnologias e intervenções territoriais que buscam melhorar a qualidade urbana por meio de estratégias, ferramentas e espaços que simulam o funcionamento da natureza (LSBN, 2021 apud Costa; Sakurai, 2021; Pereira, 2021).

Entretanto, por outro lado, pode-se verificar que as mesmas definições são atribuídas a infraestrutura verde que recebeu maiores referenciamentos dentre os autores estudados. A infraestrutura verde é definida como uma rede interconectada de espaços verdes e naturais que conservam os valores e funções dos ecossistemas, proporcionando benefícios à população local (Fernandes, 2022; Guimarães, 2018; Caiche, 2021). A elas é atribuído seu baixo impacto ecológico e alto desempenho, seguindo princípios como o uso de paisagens multifuncionais, flexibilidade e conectividade dos sistemas (Guimarães, 2018; Herzog, 2010). Quanto aos benefícios é enfatizado que vão além dos aspectos ecológicos, integrando fatores sociais, como bem-estar, erradicação da pobreza, desenvolvimento socioeconômico e governança (Eggermont et al., 2015 apud Pereira, 2021).

As estratégias comumente citadas para implementar infraestrutura verde incluem corredores verdes, conectividade, áreas para convivência, melhoria na drenagem urbana, agricultura urbana, reservas da biosfera, unidades de conservação, florestas urbanas e arborização (Guimarães, 2018; Fernandes, 2022; Caiche, 2021; Soares, 2022; Pinheiro, 2015; Herzog, 2010; Lotufo, 2017; Perim, 2019; Olak, 2020). Na sua maioria essas estratégias são, também, referidas em textos que tratam de SBN, apesar de a infraestrutura verde se valer de soluções que não necessariamente utilizem elementos da natureza.

Nos artigos analisados se encontram referências tanto a infraestrutura verde como azul, essa última relacionada à gestão do sistema de água urbana. A combinação de ambas é muitas vezes denominada de "infraestrutura verde-azul," visando a resiliência urbana e a regulação do clima (Guimarães, 2018; Soares, 2022; Herzog, 2010). Nos dois casos, infraestrutura azul/verde



e as SbN são associadas pelos autores à drenagem urbana sustentável. Existe o entendimento de que essas abordagens buscam integrar o ciclo hidrológico à paisagem urbana, promovendo práticas mais sustentáveis.⁶

Os autores concordam que as SbNs e as infraestruturas verdes são fundamentais para a geração de uma série de Serviços Ecossistêmicos, que beneficiam os seres humanos (Guimarães, 2018; Pereira, 2021; Masquete; Chande, 2022). Por esse motivo, AUTORA 2 destaca que se deve ter em conta que essas soluções promovem o metabolismo urbano circular e, portanto, estão a serviços da promoção de uma cidade resiliente.

Fazendo um paralelo entre a visão predominante na literatura em português e a que ocorre no contexto internacional se poderia dizer que diferentemente da SbN a infraestrutura verde não busca simular o funcionamento da natureza, mas sim, usar de tipos de infraestruturas que promovam algum tipo de melhoria do ecossistema, não necessariamente com elementos da natureza como é o caso do uso de piso permeável para obter mais infiltração.

4.4 INSERÇÃO NAS NORMAS E POLÍTICAS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM SEU SENTIDO AMPLO

Na esfera política, as SbN estão intimamente ligadas à ideia de justiça ambiental, que busca garantir acesso à natureza a todas as pessoas por meio do cumprimento de leis e políticas ambientais (Costa; Sakurai, 2021; Pereira, 2021). Esse conceito se torna relevante na medida que a natureza deveria, mas não é distribuída igualmente e que as comunidades vulneráveis são as enfrentam impactos desproporcionais da degradação ambiental (Costa; Sakurai, 2021).

A discussão sobre a necessidade de uma base legal para a proteção dos serviços ecossistêmicos é tratada pelos autores estudados quando se destaca a necessidade de valorar os serviços ambientais como meio de transformar serviços ecossistêmicos em capital natural. Isso pode ocorrer na escala da cidade ou ao nível regional e nacional. Isso tem ocorrido com maior frequência em planos de adaptação as mudanças climáticas do que em planos diretores urbanos. Assim, a base legal emerge como uma ferramenta para garantir a consideração e proteção dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisões políticas e empresariais (Silva; Carvalho, 2018).

⁶ Dois modelos sintetizam essa leitura do espaço urbano: metabolismo linear e circular. O linear traduz a forma tradicional de construirmos cidades num contínuo de consumo de recursos naturais e produção de resíduos e o metabolismo circular traduz que a entrada de insumos (recursos naturais) e saída de resíduos ocorre de modo a maximizar os processos de reaproveitamento e reciclagem, com soluções que se assemelham ao comportamento natural do ambiente. A lógica da implementação de um metabolismo circular seria reduzir a pegada ecológica. (AUTORA2)



Nesse sentido se pode identificar referências às iniciativas em diversas cidades como: São Carlos (SP), São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG) e Fortaleza (CE), onde legislações e políticas públicas incorporam princípios relacionados às SbN (Caiche, 2021; Perim, 2019; Soares, 2022). Em São Carlos, por exemplo, a legislação municipal busca integrar a biodiversidade no planejamento urbano, promovendo a manutenção e restauração dos ecossistemas naturais (Caiche, 2021).

A nível nacional, se aponta o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, como instrumentos que se alinham com os princípios das SbN (Brasil, 2016 apud Campos, 2021). O Plano Nacional de Adaptação destaca a necessidade de ações que promovam a gestão sustentável dos recursos hídricos e a adaptação de usos do território as fragilidades do meio físico, enquanto o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas busca a recuperação e conservação de ecossistemas aquáticos.

Apesar dos avanços gerais sobre a proteção de serviços ecossistêmicos, quando se analisa a prática urbanística de ocupação do solo, são verificados desafios significativos. A fragmentação do conhecimento e a falta de integração entre campos disciplinares afetos ao planejamento territorial são apontadas como um limitante a aplicação de soluções baseadas na natureza (Caiche, 2021). Outro aspecto se refere a resistência as mudanças por parte de alguns setores da sociedade por falta de compreensão sobre os benefícios a longo prazo que as SbN podem proporcionar, o que leva a não aceitação da alteração de suas práticas (Pereira, 2021). Por fim, dentre os desafios está a inclusão social e participação ativa da comunidade. A falta de envolvimento da população local nas decisões que afetam seus espaços pode resultar em estratégias mal adaptadas e na perpetuação de desigualdades socioambientais (Costa; Sakurai, 2021; Lotufo, 2017).

Entretanto, apesar de se ter verificado que o Plano Diretor tem sido ausente na definição de diretrizes promotoras de interação entre cidade e natureza, esse se mostra como um instrumento chave para aplicação das Soluções Baseadas na Natureza e/ou de infraestrutura verde, ou seja, soluções que agreguem resiliência ao espaço urbano. Como destacado na literatura, as SbN poderiam fornecer orientações a serem incorporadas à legislação e planos urbanísticos (Cortez, 2019).



5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a adoção do conceito de SbN está presente no universo acadêmico brasileiro como uma abordagem holística para enfrentar os desafios decorrentes das transformações no ambiente urbano e natural das cidades brasileiras. Ao mesmo tempo, na perspectiva dos autores estudados se verifica que o relevante é marcar posição sobre como incorporar resiliência ao ambiente urbano. Estando em segundo plano a origem das soluções ou suas diferenças que, ao fim, podem ser aplicadas em conformidade com o que requer o problema sem necessariamente possuir um alinhamento conceitual, seja de SbN ou infraestrutura verde. Nessa perspectiva, os pesquisadores brasileiros se encontram mais abertos as diversas soluções e sobre sua necessária adaptação as condições de nossas cidades do que, muitas vezes, se pode observar no panorama internacional.

No que concerne a urbanização brasileira é recorrente a preocupação com a degradação dos serviços ecossistêmicos devido à falta de planejamento urbano, a supressão de áreas verdes, a impermeabilização do solo e a ocupação inadequada de zonas de preservação permanente. A convergência dos estudos aponta para a urgência de repensar a relação entre as cidades e seus ecossistemas, especialmente diante dos desafios contemporâneos como mudanças climáticas, inundações e a escassez de recursos naturais.

As soluções apontadas passam pela necessidade de repensar o desenho urbano de modo geral, mas com ênfase na gestão das águas urbanas como uma prioridade. A implementação de estratégias de drenagem sustentável, como LID ou SuDs, é enfatizada como uma maneira de lidar com alagamentos e inundações recorrentes. Ainda, nesse sentido, os estudos destacam a importância da integração do projeto arquitetônico com o planejamento da paisagem, sempre envolvendo a comunidade para garantir a sua preservação e utilização adequada dos espaços.

Por fim, a discussão sobre soluções baseadas na natureza e infraestrutura verde demanda interconexão entre diversos campos do conhecimento com soluções inseridas nas políticas públicas para que se alcance o objetivo de promover cidades resilientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Decanato de Extensão (DEX) da Universidade de Brasília (UnB) pela concessão da bolsa de extensão aos colaboradores da pesquisa.



REFERÊNCIAS

- Ackermann, M., & Samora, P. R. (2021). Área de preservação permanente urbana e o manejo da água. *Labor & Engenho*, 14.
- Albert, C., et al. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? *Landscape and Urban Planning*, 182, 12-21.
- Amorim, N. C. R. (2021). Espaços livres e águas residuais. *Labor & Engenho*, 15.
- Baumgartner, W. H. (2021). Gentrificação verde e os objetivos do desenvolvimento sustentável em áreas urbanas. *Geografia*, 46(1), 1–16.
- Bélanger, P. (2017). *Landscape as infrastructure*. New York: Routledge.
- Belini, J. P. C., Gonçalves, F. C., & Garcia, J. I. B. (2022). Várzeas construídas como Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para readequação de rios e córregos urbanos. *Revista LABVERDE*, 12(1), 45–67.
- Bonam, G. B. (2008). *Ecological climatology: concepts and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bonzi, R. S. (2017). Paisagem como infraestrutura. In P. Pellegrino & N. B. Moura (Eds.), *Estratégias para uma infraestrutura verde* (pp. 1-24). Barueri: Manole.
- Caiche, D. T., Peres, R. B., & Schenk, L. B. M. (2021). Floresta urbana, soluções baseadas na natureza e paisagem: planejamento e projeto na cidade de São Carlos (SP). *Revista LABVERDE*, 11(1), 121–149.
- Campos, V. N. de O. (2021). Soluções baseadas na natureza (SbN) e drenagem urbana em cidades latino-americanas: desafios para implementar soluções fluídas em ambientes rígidos. *Revista LABVERDE*, 11(1), 73–94.
- Chica, C. P., & Tavares, J. C. (2017). Sustentabilidade Urbana e Infraestrutura Verde: Diálogo entre Conceitos e Práticas. In Situ–Revista Científica do Programa de Mestrado Profissional em Projeto, *Produção e Gestão do Espaço Urbano*, 3, 165-180.
- Cortez, R. M. V., Moura, N. C. B. de, & Machado, C. D. O. J. (2019). Análise do desempenho das melhores práticas de manejo para constituição de corredores verdes em Fortaleza-CE. *Paisagem ambiente: ensaios*, 30(43), 146647–146647.
- Costa, B. M. da, & Sakurai, T. (2021). A participação comunitária em projetos de soluções baseadas na natureza na cidade de São Paulo: estudo das hortas urbanas, Horta da Dona Sebastiana, Agrofavela-Refazenda e Horta Popular Criando Esperança. *Revista LABVERDE*, 11(1), 171–195.
- Costa, S. A. P., & Gimmler Netto, M. M. (2015). *Fundamentos de morfologia urbana*. Belo Horizonte: C/Arte.
- Costanza, R. (2008). Ecosystem services: multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141, 350-352.



- Dramstad, W., Olson, J. D., & Forman, R. T. T. (1996). *Landscape ecology: principles in landscape architecture and land-use planning*. Boston: Island Press.
- Escobedo, F. J., et al. (2019). Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? *Urban Forestry & Urban Greening*, 37, 3-12.
- Fernandes, C. F., César, L. P. de M., & Sant'Anna, C. G. (2022). Cerrado Resiliente: planejando a paisagem com Soluções Baseadas na Natureza (SbN). *Revista LABVERDE*, 12(1), 68–99.
- Firehock, K., & Walker, R. A. (2019). *Green infrastructure: map and plan the natural world with GIS*. Redlands: Esri Press.
- Forman, R. T. T. (2014). *Urban Ecology: science of cities*. New York: Cambridge University Press.
- Forman, R. T. T., & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. New York: John Wiley & Sons.
- Franco, M. D. A. R., Castañer, C. M., & Sousa, R. D. C. E. (2015). Infraestrutura verde e resiliência urbana para as mudanças climáticas na Península Ibérica: estudos de caso. *Revista LABVERDE*, 9, 128.
- Franco, M. D. A. R., Osse, V. C., & Minks, V. (2013). Infraestrutura verde para as mudanças climáticas no C40. *Revista LABVERDE*, 6, 220.
- Guimarães, L. F., et al. (2018). O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo das águas pluviais. *Paisagem ambiente: ensaios*, 42, 75–95.
- Herzog, C. P. (2010). Infraestrutura verde e resiliência no paisagismo. *Revista LABVERDE*, 1, 157.
- Hobbs, R. J. (2007). Setting effective and realistic restoration goals: key directions for research. *Restoration Ecology*, 15(2), 354-357.
- Hopkins, M. I. W. (2013). Vegetation as a component of urban form. *Urban Morphology: Journal of the International Seminar on Urban Form*, 17, 57-59.
- Lotufo, J. O. (2017). Habitar nas 'buffer zones': diretrizes eco-sociais para uma arquitetura integrada à infraestrutura verde. *Revista LABVERDE*, 8(2), 91.
- Marsh, G. P. (1864). *Man and nature*. New York: Scribner, Armstrong & CO.
- Maruyama, C. M., & Franco, M. A. R. (2017). Caminhar na Trilha Norte-Sul: infraestrutura verde entre o Parque da Água Branca e o Horto Florestal em São Paulo [SP]. *Labor & Engenho*, 11(3), 355.
- Masquete, J. A., & Chande, G. M. C. (2022). Integração da infraestrutura verde no ordenamento da cidade de Lichinga: potencialidades e condicionantes. *Paisagem ambiente: ensaios*, 33(49), e186480.
- Mattos, K. A. (2020). Pensando o Desenho Ambiental: um estudo sobre os espaços verdes ao



- longo do Ribeirão Lavapés em Botucatu (SP). *Revista LABVERDE*, 10(1), 17.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with Nature*. New York: American Museum of Natural History.
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment Board. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. London: Island Press.
- Medeiros, C. F., & Afonso, S. (2017). Espaços livres públicos: utilização de infraestrutura verde para otimizar a drenagem urbana nos centros históricos tombados. *Paisagem ambiente: ensaios*, 39, 83.
- Meneguetti, K. S. (2017). Antes da infraestrutura verde: o plano de Maringá. In P. Pellegrino & N. B. Moura (Eds.), *Estratégias para uma infraestrutura verde* (pp. 63-78). Barueri: Manole.
- Mooney, H. A., & Ehrlich, P. R. (1997). Ecosystem services: fragmentary history. In G. C. Daily (Ed.), *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems* (pp. 11-19). Washington/Covelo: Island Press.
- Olak, A. S., et al. (2020). Infraestrutura Verde: uma estratégia de conexões da paisagem em Londrina-PR. *Revista LABVERDE*, 10(1).
- Oliveira, F. L. (2017). Green Wedge Urbanism: History, Theory and verde em microbacias urbanas da cidade de São Paulo. *Revista LABVERDE*, 1(10), 134.
- Potschin, M., & Haines-Young, R. (2017). From nature to society. In B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping ecosystem services* (pp. 39-41). Sofia: Pensoft Publishers.
- Romero, M. A. B., Andrade, L. M. S. de, & Faria, A. A. de. (2010). Planejamento sustentável da expansão do extremo sul do campus da Universidade de Brasília. *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, 5.
- Sant'Anna, C. G. (2020). A Infraestrutura Verde e sua Contribuição Para o Desenho da Paisagem da Cidade (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- Scotti, M. R., et al. (2016). Remediation of a riparian site in the Brazilian Atlantic forest reached by contaminated tailings from the collapsed Fundão dam with native woody species. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 16(5), 669-675.
- Silva, R. K. da, & Carvalho, D. W. de. (2018). Aportes iniciais para uma proteção jurídica dos serviços ecossistêmicos. *Veredas do Direito*, 15(32), 87-115.
- Soares, K. L. G. (2022). Arborização em área urbana vulnerável às mudanças do clima - estudo de caso. *Mix Sustentável*, 8(5), 41-51.
- Sobrinho, R. A., & Neves, R. F. (2015). Ações integradas de manejo de águas pluviais no Estado da Bahia: o estudo de caso do Município de Lauro de Freitas (BA). *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 3(2), 100-108.
- Souza, C. M. de, et al. (2019). A vegetação urbana a serviço do conforto térmico. *Labor & Engenho*, 13, e019014.



- Teixeira, B. K., & Silva, A. de S. (2019). Tipos de vegetação para medidas compensatórias de controle pluvial na fonte em zonas subtropicais. *Revista LABVERDE*, 9(2), 103–127.
- Timmermann Gonçalves, F., & Nucci, J. C. (2017). *Sistemas de drenagem sustentável (SUDs): propostas para a Bacia do Rio Juvevê, Curitiba-PR*. *Ra'e ga*, 42, 192.
- Waldheim, C. (2016). *Landscape as urbanism: a general theory*. New Jersey: Princeton University Press.
- Ximenes, D. S. S., & Maglio, I. C. (2022). Soluções Baseadas na Natureza e adaptação climática no Brasil: estudo de cidades costeiras vulneráveis. *Revista LABVERDE*, 12(1), 183–206.
- Ximenes, D. S., Maglio, I., & Franco, M. de A. R. (2020). Infraestrutura verde nos espaços públicos como elemento de resiliência socioambiental pós-pandemia. *Labor & Engenho*, 14, e020011.