



## Resumo executivo



# Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) edita publicações sobre diversas temáticas que impactam a agenda do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI).

As edições são alinhadas à missão institucional do Centro de subsidiar os processos de tomada de decisão em temas relacionados à ciência, tecnologia e inovação, por meio de estudos em prospecção e avaliação estratégica baseados em ampla articulação com especialistas e instituições do SNCTI.

As publicações trazem resultados de alguns dos principais trabalhos desenvolvidos pelo Centro, dentro de abordagens como produção de alimentos, formação de recursos humanos, sustentabilidade e energia. Todas estão disponíveis gratuitamente para *download*.

A instituição também produz, semestralmente, a revista **Parcerias Estratégicas**, que apresenta contribuições de atores do SNCTI para o fortalecimento da área no País.

Você está recebendo uma dessas publicações, mas pode ter acesso a todo o acervo do Centro pelo nosso site: <http://www.cgee.org.br>.

Boa leitura!

# Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN)

---

Resumo executivo



Brasília – DF  
2022

**Diretor-presidente**

Marcio de Miranda Santos (até 28/02/2022)

Fernando Cosme Rizzo Assunção (a partir de 01/03/2022)

**Diretores**

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior

Regina Maria Silverio

**Edição:** Danúzia Queiroz/Contexto Gráfico

**Diagramação:** Contexto Gráfico

**Capa e infográficos:** Contexto Gráfico

**Projeto Gráfico:** Núcleo de design gráfico do CGEE

Catálogo na fonte

C389p

Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN). Resumo Executivo. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022.

38 p.

ISBN 978-65-5775-049-0 (digital)

1. Natureza. 2. SbN. 3. Sustentabilidade. 4. Política. I. CGEE. II. UFPR. III. Título.

CDU 502.131.1

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, SCS Qd 9, Bl. C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate, 70308-200, Brasília, DF, Telefone: (61) 3424.9600

 @CGEE\_oficial |  <http://www.cgee.org.br> |  @CGEE

 @CGEE\_oficial |  @Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que seja citada a fonte.

**Referência bibliográfica:**

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS- CGEE. **Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN)**. Resumo Executivo. Brasília, DF: CGEE, 2022. 38 p.

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do Projeto GEF/Pnuma – Promovendo Cidades Sustentáveis no Brasil através de Planejamento Urbano Integrado e de Investimentos em Tecnologias Inovadoras – Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis – Centro de Custo: 800160 – CGEE GEF/Pnuma (8.12.53.01.03.01)

# Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN)

---

Resumo executivo

## Supervisão

Regina Maria Silverio

## Coordenação no CGEE

Marco Aurélio Lobo Júnior (até 28 de fevereiro de 2022)

Patrícia Miranda Menezes (a partir de 01 de março de 2022)

## Equipe técnica do CGEE

Raiza Gomes Fraga

Monique Pinheiro Santos

Patrícia Reis Ferreira de Andrade

## MCTI

Luíz Henrique Mourão (Diretor Nacional)

Ana Lucia Stival (Coordenadora Nacional)

## Equipe técnica CITInova/MCTI

Angélica Griesinger (Coordenadora Técnica)

Régis Rathmann (Coordenador de Plataforma)

Isabela Melo (Assistente de projeto)

Camile Vieira Martins (Consultora)

## PNUMA

Denise Hamú (Representante Brasil)

Regina Cavini (Oficial de Programas)

Asher Lessels (Gestor de Portfólio)

## CONSULTORES

Aguinaldo dos Santos

Marcella Lomba Nicastro

Alessandra Petrecca

Os textos apresentados nesta publicação são de responsabilidade dos autores.



# Sumário

---

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1. MOTIVAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE SBN NO ÂMBITO DAS CIDADES</b>	<b>11</b>
<b>2. MÉTODO DE PESQUISA</b>	<b>13</b>
<b>3. DIMENSÕES DE UMA POLÍTICA PARA SBN</b>	<b>15</b>
3.1. Dimensão da proteção da biodiversidade	16
3.2. Dimensão da regeneração urbana apoiada em Sbn	18
3.3. Dimensão da mitigação de eventos climáticos extremos	20
3.4. Dimensão econômica para a implementação de Sbn	22
3.5. Dimensão do planejamento e da governança voltados às Sbn	24
3.6. Dimensão dos comportamentos e das competências para Sbn	26
3.7. Dimensão da promoção de saúde e bem-estar por meio de Sbn	28
<b>4. CONCLUSÃO</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>32</b>
<b>SIGLAS E ABREVIATURAS ENCONTRADAS NESTA PUBLICAÇÃO</b>	<b>37</b>





# Apresentação

O Observatório de Inovações para Cidades Sustentáveis (OICS) é uma iniciativa desenvolvida pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) como parte do projeto CITInova, do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), para a promoção de sustentabilidade nas cidades brasileiras por meio de tecnologias inovadoras e planejamento urbano integrado.

O OICS atua para acelerar a inovação nas cidades brasileiras e apoiar a tomada de decisão com base em evidências, oferecendo aos gestores públicos brasileiros um banco de soluções para a sustentabilidade urbana e um sistema de informações geográficas (*sigweb*) que caracteriza o território nacional, por meio de indicadores e tipologias para as cidades brasileiras.

O mapeamento de soluções contempla iniciativas em temas como água, energia, mobilidade, ambiente construído, resíduos sólidos e Soluções baseadas na Natureza (SbN). Na plataforma é possível conhecer características centrais de sua implementação e exemplos práticos de sua aplicação. O banco possui informações diretas e resumidas para auxiliar o tomador de decisão, que apoiado pelo sistema de informações geográficas pode levantar dados sobre sua região comparando indicadores para cada um dos temas mapeados.

Sabemos, no entanto, que o banco de soluções e o mapa *sigweb* são apenas parte de um percurso para a transição de nossas cidades para ambientes mais sustentáveis. Por isso, apresentamos essa série de resumos executivos que relacionam políticas e o banco de soluções do OICS, oferecendo aos tomadores de decisão informação atualizada a partir de uma revisão bibliográfica sistemática sobre cada um dos temas mapeados (água, energia, mobilidade, ambiente construído, resíduos sólidos e Soluções baseadas na Natureza (SbN)). Estes resumos sinalizam aos gestores públicos as políticas que podem ser endereçadas por meio da implementação de diferentes soluções urbanas, trata-se de um material vivo que oferece referências para a atualização de estratégias municipais no âmbito da sustentabilidade.

Os resumos executivos foram elaborados em uma parceria com o Núcleo de Design & Sustentabilidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e tem como principal objetivo oferecer aos gestores um material atualizado com a publicação científica na área da sustentabilidade, atentando-se às possibilidades de aplicação em escala local. O material traz extensa referência bibliográfica que poderá servir como insumo para a elaboração de projetos locais, e também associa as políticas mapeadas com as soluções disponíveis no banco do OICS.

Para aproveitar da melhor forma o conteúdo elaborado, aproveite para navegar nas soluções indicadas, clicando nos hiperlinks e conhecendo a aplicação prática de iniciativas urbanas em consonância com políticas e estratégias que dialogam com as principais e atuais agendas para a sustentabilidade.

Boa leitura!

**Políticas e soluções para cidades sustentáveis:  
Soluções baseadas na Natureza (SbN)**

# Políticas e soluções para cidades sustentáveis: Soluções baseadas na Natureza (SbN)

---

## Introdução

Este documento foi desenvolvido dentro da parceria estabelecida entre o Observatório para Inovação das Cidades Sustentáveis (OICS) e o Núcleo de Design & Sustentabilidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com o intuito maior de subsidiar os tomadores de decisão no âmbito das prefeituras municipais quanto ao tema Soluções baseadas na Natureza (SbN). O arcabouço apresentado aqui – juntamente com a base de soluções e com os casos constantes do portal do OICS – constitui material de apoio instrumental ao processo de customização de políticas e soluções mais sustentáveis adequadas às especificidades e necessidades específicas de cada município.

Soluções baseadas na natureza são ações inspiradas, apoiadas e/ou copiadas da natureza, sendo necessário sua adequação às circunstâncias locais (EC, 2015), contemplando os desafios sociais, ambientais e econômicos específicos de cada cidade (EC, 2016; FAIVRE *et al.*, 2017). O termo foi inicialmente utilizado nos anos 2000 como parte das ações para mitigação e adaptação às mudanças climáticas, proteção da biodiversidade e promoção de modos de vida mais sustentáveis. Em sua evolução, congrega conceitos anteriores, como florestas urbanas, serviços ecossistêmicos e infraestrutura verde (FAIVRE *et al.*, 2017; ESCOBEDO *et al.*, 2019). As SbN constam do rol de decisões que integram a Convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) para a Diversidade Biológica, associando o tema à restauração da biodiversidade e às medidas de adaptação às mudanças climáticas (FAIVRE *et al.*, 2017).

Quatro objetivos principais são característicos das SbN: a) ampliar a sustentabilidade no processo de urbanização; b) restaurar ecossistemas degradados, melhorando sua resiliência e sua capacidade no

provimento de serviços ecossistêmicos; c) adaptar e/ou mitigar os efeitos das mudanças climáticas nas cidades, com respostas mais resilientes e com ampliação do sequestro de carbono; d) melhorar a gestão de múltiplos riscos de maneira que amplie a resiliência das cidades (EC, 2015).

As SbN operacionalizam serviços ecossistêmicos, tendo papel crítico na transição de modelos de crescimento pautados pelo consumo intensivo de recursos para paradigmas voltados a modos mais eficientes e suficientes no uso desses recursos (NEVENS *et al.*, 2013). Suas características, via de regra, resultam em cidades mais diversas, com processos e paisagens mais naturais e mais adequados ao contexto local (EC, 2016; FAIVRE *et al.*, 2017). Utilizam atributos e características de sistemas complexos presentes na natureza, como a habilidade para sequestrar carbono e regular fluxos de água. Dessa forma, realçam soluções naturais existentes ou, alternativamente, exploram soluções inovadoras que mimetizam organismos não humanos. Trazem características diversas e naturais para a paisagem das cidades, com soluções mais adequadas às características do território, mais eficientes no uso de recursos e com intervenções mais sistêmicas. Aproveitam, portanto, a potência e a sofisticação da natureza, convertendo os desafios ambientais, sociais e econômicos em oportunidades de inovação (EC, 2015; EC, 2016; FAIVRE *et al.*, 2017).

As SbN são, em última instância, intervenções que usam a natureza para enfrentar vários desafios de sustentabilidade de forma concomitante e sistêmica, sendo projetadas para lidar com riscos, tais como inundações, calor excessivo, degradação do ecossistema ou regeneração urbana (DORST *et al.*, 2021). Seu espectro de aplicações vai da microescala (utilização de radiação UV para tratar algas poluentes, telhados verdes) até a macroescala (implantação de grandes parques urbanos para mitigar as mudanças climáticas) (NESSHÖVER *et al.*, 2017; LAFORTEZZA *et al.*, 2018). Podem envolver, em seu âmbito de aplicação, desde o **edifício ou terreno** (pavimento permeável, prado urbano, jardim privado, abrigo auxiliar para fauna (hotel para insetos), utilização da fauna auxiliar (minhocário), sistema de drenagem sustentável, telhado verde, etc.), até o **bairro** (corredores de pasto apícola, jardim comunitário, parque urbano, cais verde) e a **cidade e os arredores** (floresta urbana, rede de ruas verdes, corredores ecológicos, agricultura urbana) (HERZOG *et al.*, 2019). De maneira similar, o **grau de intervenção de uma SbN** também tem uma escala de variação: a) nenhuma ou mínima intervenção nos ecossistemas, tendo por objetivo manter e melhorar a capacidade deles em prover serviços; b) abordagens gerenciais que buscam desenvolver ecossistemas sustentáveis e multifuncionais, melhorando a provisão de serviços ecossistêmicos específicos que oferecem melhor *performance* em comparação com soluções convencionais; e c) gestão de ecossistemas de maneira fortemente intrusiva ou, até mesmo, criando novos ecossistemas (EGGERMONT *et al.*, 2015).

# 1. Motivações para utilização de SbN no âmbito das cidades

Com a rápida expansão da população urbana ao redor do mundo, tem-se progressivamente aumentado a pressão sobre os recursos naturais nas cidades. Esse contexto é exacerbado pelas ameaças decorrentes das mudanças climáticas, que incluem o aumento da temperatura, com ondas de calor, e a ampliação do risco de incêndios em áreas periurbanas; a maior frequência de tempestades e, ao mesmo, o declínio na disponibilidade hídrica nas cidades; e a maior ocorrência de ciclones tropicais (KABISCH *et al.*, 2016; IPCC, 2021). Áreas costeiras deverão sofrer impactos devido à erosão em função do aumento no nível dos mares. A ampliação da temperatura terrestre associada às concentrações de CO<sub>2</sub> deverão provocar mudanças estruturais e, até mesmo, destruição dos ecossistemas terrestres e aquáticos nas cidades, resultando em maior dificuldade para acesso a alimentos, mudanças nas interações entre espécies, extinção de espécies e redução da biodiversidade (DUDLEY *et al.*, 2010). Esse estresse ambiental já presente nas cidades tem ampliado os riscos à saúde humana, o que é exemplificado pelo aumento de casos de diabetes, obesidade, câncer, doenças respiratórias crônicas, doenças cardiovasculares, entre outras (MAES; JACOBS, 2017).

Esse contexto tem impulsionado os gestores municipais na busca por soluções que mutuamente resultem em suporte à natureza, à sociedade e à economia. Esta agenda tem enfatizado: a necessidade de proteção à biodiversidade e de inovação em serviços ecossistêmicos; a necessidade de geração de empregos conectados com a natureza (FAIVRE *et al.*, 2017); a mitigação das mudanças climáticas; as soluções para insegurança alimentar e a escassez hídrica; e a necessidade de melhor gestão de riscos associados a eventos climáticos extremos (KABISCH *et al.*, 2017). Nesse contexto, as SbN têm demonstrado eficácia em contribuições a quatro grandes desafios contemporâneos: a) adaptação às mudanças climáticas; b) proteção da biodiversidade; c) promoção de uma economia verde; e d) ampliação da coesão social (HANSEN *et al.*, 2017).

As contribuições de SbN para as cidades incluem proteção, regeneração urbana e restauração de ecossistemas, resultando em mitigação, adaptação e resiliência aos impactos das mudanças climáticas. De maneira específica, essas potenciais contribuições à cidade incluem: redução nos níveis de poluição, em particular no nível de emissões de CO<sub>2</sub>, através do sequestro de carbono; colaboração para melhor gestão hídrica, incluindo a redução da intensidade e velocidade do fluxo de águas pluviais, e redução das perdas econômicas devidas a desastres associados à água; melhoria na eficiência energética, como, por exemplo, a redução indireta na energia requerida em sistemas de tratamento de águas residuárias e redução da energia demandada/utilizada em edificações; melhoria na saúde e no bem-estar da população com avanços no conforto térmico, conforto acústico; provisão de áreas verdes seguras, inclusivas e acessíveis; e, finalmente, geração de novas oportunidades de emprego, de renda e de investimento (XING *et al.*, 2017; VAN DEN BOSCH; SANG, 2017; FAIVRE *et al.*, 2017; ENGSTRÖM *et al.*, 2018; KRAUZE; WAGNER, 2019).

Para que essas vantagens potenciais das SbN se efetivem nas cidades, é necessário a integração desse conceito em políticas, programas, projetos e ações no âmbito do Poder Público federal, estadual e municipal, assim como junto aos atores da sociedade. Nesse sentido, observa-se que no país um número crescente de municípios vem realizando iniciativas associadas ao tema, contando, inclusive, com a promulgação de leis voltadas à ecologização urbana. Para apoiar os tomadores de decisão no âmbito municipal, as seções seguintes apresentam as várias dimensões de políticas orientadas à disseminação do uso de SbN. Inicialmente é apresentado o método de pesquisa utilizado, em que se buscou compreender o estado da arte, possibilitando a contextualização teórico-prática das soluções e dos casos encontrados na literatura e na base do OICS.

## 2. Método de pesquisa

Este documento é resultado da aplicação integrada dos métodos Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e o Método Heurístico. A RBS buscou estabelecer o estado da arte sobre o tema a partir da consulta em artigos revisados por pares, publicados em periódicos internacionais entre 2016 e 2021. A abordagem para realização dessa revisão adotou a proposição de três filtros de leitura propostos por Conforto e Amaral (2011): a) filtro 1: leitura do título, palavras-chave e resumo; b) filtro 2: leitura da introdução e conclusão do artigo, novamente lê-se o título, palavra-chave e resumo; c) filtro 3: leitura completa do texto. A busca foi centrada nos periódicos disponíveis na plataforma [www.periodicos.capes.gov.br](http://www.periodicos.capes.gov.br), tendo sido utilizado na busca de 10 *strings* com duas ou três palavras-chave. A aplicação dos filtros ocorreu nos 40 artigos mais relevantes obtidos a partir de cada *string*. Nos artigos que passaram pelo filtro 3, buscaram-se a revisão de conceitos e princípios e o contexto global das iniciativas no tema, bem como os dados e as informações de natureza quantitativa que possibilitassem subsidiar os argumentos de tomadores de decisão.

Os exemplos de soluções realizadas no âmbito das cidades, eventualmente encontrados nos artigos, foram catalogados a partir de informações, como o título genérico e a descrição da solução, a localização geográfica e os dados da fonte bibliográfica. A análise dessas soluções seguiu o Método Heurístico, o qual trata da explicitação de conhecimento tácito associado a soluções de problemas realizadas no mundo real (MOUSTAKAS, 1990). A lógica de análise utilizada é predominantemente indutiva, buscando generalizar soluções e respectivas dimensões de políticas voltadas às SbN, em ciclos continuados de abstração do significado dessas evidências pela codificação, pela conceituação e pela categorização. Essas codificações foram agrupadas e cada um desses grupos resultou na proposição de uma série de dimensões para políticas voltadas às SbN, as quais estruturam a seção seguinte do presente documento. Este processo segue a lógica da identificação de saturações teóricas, em que há maior densidade de códigos e categorias. O resultado, ao final de vários ciclos, segundo Holton (2008), é uma teoria densa alicerçada integralmente nos dados coletados em campo. Portanto, o método alinha-se à lógica da *grounded theory* proposta por Glaser (1965) e Glaser e Strauss (1967), posto que as dimensões identificadas derivam do agrupamento de soluções efetivamente presentes em cidades ao redor do mundo, o que implica que sua formulação já tem intrinsecamente a validação externa. As dimensões identificadas foram comparadas com o escopo das políticas oficiais, no intuito de identificar eventuais lacunas no contexto nacional.

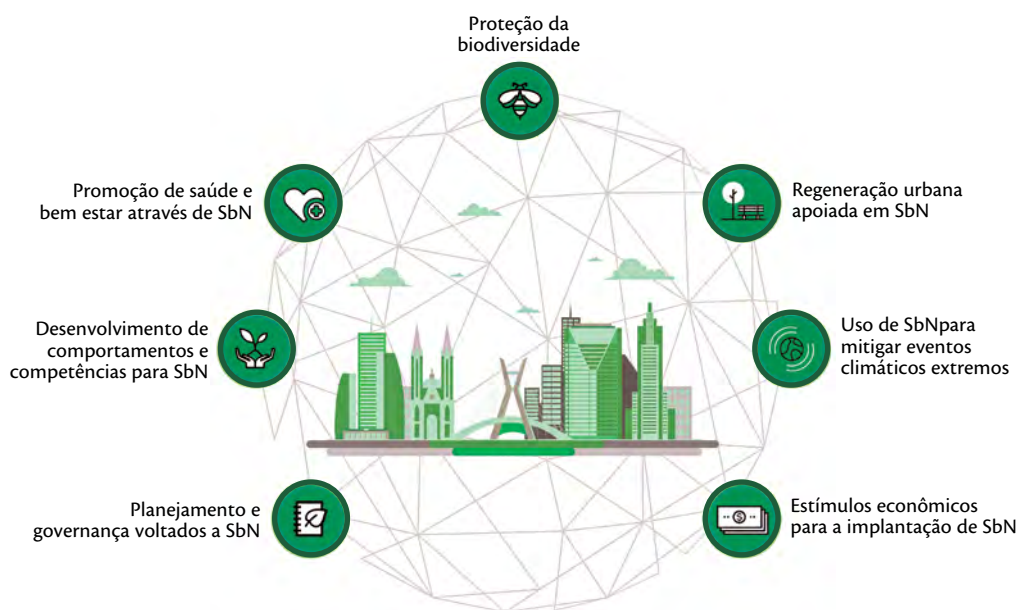
Com o propósito de buscar a validação externa do conteúdo, incluindo a identificação de eventuais inconsistências técnicas e aperfeiçoamentos epistemológicos, uma versão 1.0 do relatório da pesquisa foi submetida a um painel de especialistas por meio de um *workshop*. Os especialistas (mínimo 6 /máximo 8) foram selecionados a partir da base *Lattes*, tendo como critério base de seleção a) doutores atuando na área; b) líderes de grupos de pesquisa; e c) bolsistas produtividade. Os *workshops* foram organizados em uma etapa assíncrona e uma etapa síncrona. Na etapa assíncrona, os participantes realizaram a avaliação do documento, tanto por meio de comentários realizados diretamente nos relatórios, quanto por meio de um formulário encaminhado juntamente a ele. Todos os participantes assinaram

um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O resultado da etapa assíncrona foi utilizado para estabelecer o foco da discussão na etapa síncrona em que se debateram com os participantes a completude do documento, as eventuais inconsistências terminológicas, bem como a validade dos postulados para o contexto brasileiro.

A versão 2.0 do relatório, integrando os resultados do *workshop* com os especialistas, foi, então, submetida para avaliação da equipe do OICS. A versão 3.0 integra o *feedback* obtido da equipe do OICS. Note-se que o aperfeiçoamento continuado do documento inclui, também, aspectos, como estrutura, harmonização da linguagem, padrões visuais para infográficos, buscando reduzir eventuais redundâncias ou salientando onde for pertinente, e conexões com os outros resumos executivos.

### 3. Dimensões de uma política para SbN

A Figura 1, a seguir, apresenta o elenco das dimensões para políticas voltadas às SbN, identificadas a partir da revisão bibliográfica sistemática e da análise via *grounded theory* de casos brasileiros e estrangeiros. Essas dimensões são intrinsecamente interdependentes e, portanto, sua eficácia está associada ao nível de sinergia estabelecido durante a concepção e implementação de soluções no âmbito das cidades. Neste documento, essas dimensões foram utilizadas para estruturar este capítulo e, também, para classificar as Soluções baseadas na Natureza disponíveis na base OICS e, também, aquelas identificadas na literatura. Nas seções subsequentes, cada uma dessas dimensões é devidamente apresentada, incluindo exemplos de soluções encontradas na literatura e/ou presentes na base OICS.



**Figura 1** – Visão geral das dimensões de políticas voltadas às Soluções baseadas na Natureza (SbN).



**Fonte:** Elaboração própria.


É importante notar que as dimensões aqui apresentadas já encontram um arcabouço legal e administrativo no âmbito dos municípios – Plano Diretor, Plano de Trabalho e de Contingência (Defesa Civil), Planos Municipais de Educação (PME), Plano Municipal de Saúde (PMS), Planos de Saneamento e Resíduos Sólidos, Plano Municipal de Habitação, Plano Municipal de Mobilidade, entre outros. Portanto, entende-se que as SbN podem tanto ser organizadas no município, a partir de uma política específica, quanto serem integradas ao universo das políticas municipais já existentes, tendo em vista a natureza transversal de seu conteúdo.


### 3.1. Dimensão da proteção da biodiversidade


Esta política trata do desenvolvimento de programas, projetos e ações voltados à proteção da biodiversidade no âmbito da cidade. A importância do conteúdo dessa política é reconhecida no Acordo de Paris. No Brasil, a implementação dela já encontra um arcabouço legal, com legislações em âmbito federal, estadual e municipal, voltadas a proteger áreas naturais remanescentes, como o Código Florestal e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (HERZOG *et al.*, 2019).


Implantar essa política nas cidades é relevante, pois a evolução do espaço urbano frequentemente tem resultado na degradação ou, até mesmo, no desaparecimento de ecossistemas, seja pela expansão da infraestrutura cinza, poluição, seja pelas modificações hidrológicas exercidas nos corpos de água e, de maneira geral, em mudanças climáticas. Conforme Kabisch *et al.* (2016), a densificação das áreas construídas coloca um desafio ao funcionamento dos ecossistemas, como a impermeabilização do solo, podendo resultar em perdas na biodiversidade e redução na capacidade dos ecossistemas (KABISCH *et al.*, 2016). Este e outros vetores de degradação ambiental afetam a capacidade dos ecossistemas de funcionar e prover serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, a purificação da água, a proteção da erosão do solo, o controle de danos devidos a erosões e inundações, o sequestro de carbono, a provisão de espaços urbanos habitáveis e a ampliação das oportunidades recreativas que favorecem o bem-estar humano (EC, 2015). O desafio, portanto, é contrabalançar os impactos antropogênicos intrínsecos ao *habitat* urbano com os esforços de restauração e proteção da natureza (KRAUZE; WAGNER, 2019).




Sob a perspectiva sistêmica, a proteção da biodiversidade é pré-requisito para implementação de SbN, tendo em vista que um meio ambiente equilibrado e saudável é condição necessária para obtenção de serviços ecossistêmicos regulares e de qualidade (FAIVRE *et al.*, 2017). Da mesma forma, SbN podem contribuir de forma direta na proteção da biodiversidade, dado que predominantemente se utilizam de **mimetização da natureza, trazendo estruturas biofísicas em infraestruturas verde e azuis para o meio urbano**  [Biovaleta \(valeta vegetada\)](#) | [Recuperação ecológica e social de bacia hidrográfica urbana por meio de parques multifuncionais](#) | [Alagados construídos](#) (base OICS, 2021), melhorando e revitalizando o bioma local (KRAUZE; WAGNER, 2019). Em cidades costeiras, por exemplo, integram-se soluções, como o **restauração ou a criação de recifes de corais**  [Restauração de recifes de corais](#) (base OICS, 2021) com a utilização de substratos artificiais.


**Cidades com canais**  [Corredor verde](#) | [Corredor ecológico](#) (base OICS, 2021) podem fazer uso dos mesmos mimetizando a heterogeneidade encontrada na natureza, contribuindo para ampliar a diversidade de peixes e invertebrados (KRAUZE; WAGNER, 2019). Note-se que, quando é realizada a *mimetização da natureza*, a solução realça ou revive processos locais e a biota nativa existente no local. Quando é realizada a *manipulação da natureza*, enfatiza-se um processo em particular para se alcançar um objetivo específico, introduzindo-se agentes externos ao sistema local, como, por exemplo, novas espécies.

A busca por uma **cidade biofílica**  [Cidade Biofílica](#) | [Alagados construídos](#) | [Corredor verde](#) (base OICS, 2021), com maior intensidade de contato de seus habitantes com a natureza, é caracterizada pela intensa utilização de SbN, como *wetlands* e corredores verdes (FINK, 2016). O espaço de aplicações

é amplo, como, por exemplo, a **manutenção, a restauração ou a melhoria do papel dos ecossistemas na redução da erosão do solo**  [Proteção ecológica para prevenir erosão costeira](#) | [Correção de solo arenoso com nanopartículas de argila](#) | [Reflorestamento de encostas](#) (base OICS, 2021); a proteção contra a degradação, a fragmentação e a perda das lamas intertidais remanescentes, sapais e comunidades de manguezais, leitos de ervas marinhas e dunas com vegetação; incentivo à manutenção de manguezais; revigoração da turfa de forma que evite sua oxidação, utilização de geotêxteis para conter a erosão; retenção da floresta costeira e da vegetação da orla para minimizar problemas de sedimentação nos recifes próximos; estabilização de rios com revegetação/reflorestamento ao longo de suas margens; restauração ou aumento do suprimento de sedimentos de fontes fluviais e costeiras para estimular o sequestro de carbono pelas áreas úmidas costeiras; fortalecimento da estrutura morfológica dos rios pela estabilização das encostas com vegetação ou biotêxteis (EC, 2015; KRAUZE; WAGNER, 2019).

O papel das Sbn varia ao longo do gradiente da pressão antropogênica, assim como as expectativas quanto à capacidade de as Sbn proverem serviços ecossistêmicos (KRAUZE; WAGNER, 2019). Paradoxalmente, a maioria das Sbn apresentam forte perspectiva antropocêntrica, enfatizando benefícios oferecidos ao ser humano (NESSHÖVER *et al.*, 2017), ao mesmo tempo que se contribui para recuperar a capacidade da natureza de prover serviços ecossistêmicos (EC, 2015). Assim, os argumentos em prol de sua implementação frequentemente tratam da viabilização de maior disponibilidade hídrica, economia de energia e saúde pública (redução de poluição e lazer) (ENGSTRÖM *et al.*, 2018). No âmbito da **disponibilidade hídrica**  [Restauração de nascentes em área periurbana](#) | [Restauração e Proteção de Nascente Urbana](#) (base OICS, 2021), por exemplo, as soluções incluem incentivar a revegetação das margens dos rios; restaurar a microtopografia, as redes de riachos, as entradas de sedimentos e a troca de nutrientes em tanques de aquicultura abandonados; manter, restaurar e criar zonas úmidas costeiras para permitir que os ciclos naturais de erosão/sedimentação possam compensar uns aos outros dentro do complexo de zonas úmidas; utilizar a fitorremediação e fitoestabilização em locais contaminados.


Um dos desafios para sua aplicação dessa política, no meio urbano, é a forte presença de espécies exóticas, que, muitas vezes, degradam *habitats*, competindo com espécies nativas. **Proteger e expandir a área florestal**  [Grandes parques urbanos e periurbanos](#) | [Floresta urbana](#) (base OICS, 2021) pode demandar, portanto, a **remoção dessas espécies exóticas**, assim como a **remoção controlada da vegetação (turfeiras)** para evitar incêndios florestais, além de se **limitar o uso do fogo na agricultura em ou próximo a solos turfosos**  [Jardim de Mel](#) (base OICS, 2021). Intervenções neste tema podem ser integradas a esforços de **fortalecimento da polinização por abelhas nativas**  [Jardim de Mel](#) (base OICS, 2021), mantendo ou aumentando a polinização mediada pela biodiversidade, como o **estímulo ao plantio de pasto apícola em jardins e áreas municipais** (EC, 2015).


No limite, a proteção da biodiversidade no meio urbano pode ser alcançada pela **aplicação do conceito de renaturalização de espaços urbanos e periurbanos**  [Renaturalização de margens de lagoas costeiras urbanas](#) | [Jardim de Mel](#) | [Restauração de recifes de corais](#) (base OICS, 2021) de maneira a restaurar processos e funções originais desses ecossistemas. Portanto, renaturalizar o espaço urbano pode envolver, por exemplo, a **reintrodução de espécies que desapareceram em função da atividade humana**. Renaturalizar é frequentemente definido como o “restabelecimento


da cascata trópica”. Isto ocorre, por exemplo, por meio da **reintrodução de predadores extintos de uma dada região**, contribuindo para retenção na expansão de herbívoros, o que, por consequência, reduz a pressão sobre a vegetação (BRIDGEWATER, 2018). De maneira similar, a **reintrodução de espécies regulatórias** pode estimular o desenvolvimento do solo com fungos e micro-organismos, restabelecendo relações mútuas entre as espécies (KRAUZE; WAGNER, 2019).

### 3.2. Dimensão da regeneração urbana apoiada em SbN




Esta política trata da implantação de programas, projetos e ações que busquem a regeneração urbana apoiada nas características e dinâmicas da natureza. Essa política adota uma postura fortemente utilitária da natureza, aproveitando-se de suas características para permitir a melhoria da condição urbana.



As SbN são particularmente pertinentes a essa política devido às suas características, além da contribuição ao conforto térmico, podem ser multifuncionais e multifacetadas, apoiando a implementação e a otimização de infraestruturas verdes (parques), azuis (cursos d'água e lagos) e cinzas (edifícios, pontes e barragens) (VAN DER JAGT *et al.*, 2017). Os **telhados verdes**  [Telhado Verde](#) (base OICS, 2021), por exemplo, além da contribuição ao conforto térmico, podem favorecer a regeneração urbana, apresentando resultados positivos na absorção da água, na redução da poluição do ar, no melhor controle de enchentes, na redução do consumo de energia, entre outros (EC, 2015; ENGSTRÖM *et al.*, 2018). De maneira similar, os parques urbanos integram a proteção da natureza e resultam em ventilação mais adequada, amenização de altas temperaturas, remediação do solo, configurando uma barreira aos ruídos e poluentes, provendo paisagem atraente e espaço natural de lazer para os cidadãos (KABISCH *et al.*, 2016; ZWIERZCHOWSKA *et al.*, 2019).


As características da natureza são utilizadas nessa política como instrumento de viabilização de soluções para problemas urbanos, como redução do consumo de energia, maior disponibilidade hídrica e redução da poluição atmosférica. Dessa forma, a regeneração apoiada na natureza faz uso de SbN por meio de ações, como o fortalecimento e a reconstrução da continuidade do ecossistema, com a **implantação de cinturões e corredores verdes**  [Corredor verde](#) | [Corredor ecológico](#) | [Floresta urbana](#) | [Recuperação florestal e ecológica de áreas degradadas](#) (base OICS, 2021), criando parques, praças, plantando árvores ao longo de ruas e reflorestando áreas verdes degradadas e com risco de erosão (ZWIERZCHOWSKA *et al.*, 2019).


As SbN podem contribuir, por exemplo: com a **maior purificação da água**  [Fitorremediação aplicada ao tratamento de águas cinzas e negras](#) | [Fitorremediação para remoção de metais pesados em efluentes](#) | [Descontaminação de águas a partir de micro-organismos](#) (base OICS, 2021); com a decomposição por meio da remoção de compostos químicos e particulados da água (biorremediação, utilização de canais e pântanos projetados ao tratamento terciário de efluentes; implantar lagoas ou pântanos para reter o escoamento de sedimentos e poluição na paisagem cultivada); com a **decomposição de resíduos tóxicos** (remediação de resíduos antes de descartá-los no solo ou na água por meio de maior uso de métodos biológicos, físicos e químico); com a **assimilação de**

**produtos químicos e particulados em solos** (replantar bosques úmidos; revegetar turfa exposta; fitorremediação); ou com **sedimentos marinhos** (restaurando ou criando recifes de moluscos para restaurar a filtração ativa de sedimentos suspensos e a remoção de nitratos e outros poluentes) (EC, 2016; HERZOG *et al.*, 2019). Um dos impactos diretos da aplicação desse conjunto de ações é a redução da pressão ambiental sobre áreas naturais periféricas. O tratamento de águas residuais, por exemplo, pode ocorrer mais próximo das residências. Da mesma forma, soluções com potencial recreativo reduzem as distâncias percorridas pela população na busca por oportunidades de entretenimento (EC, 2015).

Conforme argumenta Bridgewater (2018), a implementação de infraestruturas verdes e azuis são complementos naturais a infraestruturas cinzas das cidades. Assim, uma estratégia para alcançar maior efetividade das Sbn é justamente a **integração da infraestrutura cinza com a verde e azul**  [Biovaleta \(valeta vegetada\)](#) | [Recuperação ecológica e social de bacia hidrográfica urbana por meio de parques multifuncionais](#) | [Alagados construídos](#) (base OICS, 2021), como, por exemplo, a gestão da água associada à proteção de áreas verdes dentro do espaço urbano (EC, 2015). As Sbn associadas à água buscam fundamentalmente **proteger e tornar mais eficiente o ciclo da água**  [Biovaleta \(valeta vegetada\)](#) | [Recuperação ecológica e social de bacia hidrográfica urbana por meio de parques multifuncionais](#) | [Alagados construídos](#) (base OICS, 2021), especialmente com **processos como infiltração, retenção, interceptação e evapotranspiração e minimização do escoamento superficial**  [Biovaleta \(valeta vegetada\)](#) | [Recuperação ecológica e social de bacia hidrográfica urbana por meio de parques multifuncionais](#) | [Alagados construídos](#) (base OICS, 2021). Este é o caso de mananciais urbanos, que estão cada vez mais sujeitos a estresse hidrológico, além de pressões físicas e químicas, implicando no empobrecimento do *habitat*, com efeitos deletérios na fauna e flora, incluindo a diminuição do banco genético (KRAUZE; WAGNER, 2019).

A deficiência na regulação dos fluxos de água no meio urbano afeta, de forma negativa, a qualidade de vida das pessoas morando a jusante, com inundações e deficiência em outros usos, como agricultura e proteção de elementos do patrimônio natural, maior disseminação de problemas de saúde, como desnutrição, diarreia e doenças cardiorrespiratórias (DUDLEY *et al.*, 2010). Nesse sentido, zonas úmidas (*wetlands*) são de especial atenção nas cidades em se tratando da água, pois realizam importantes **serviços ecossistêmicos**  [Renaturalização de margens de lagoas costeiras urbanas](#) | [Restauração de recifes de corais](#) (base OICS, 2021) e, dessa forma, tem grande potencial para utilização como Sbn, como **proteção da qualidade da água, proteção costeira, manutenção do nível de água subterrânea, regulação da umidade do solo, regulação de inundações e apoio à biodiversidade**  [Renaturalização de margens de lagoas costeiras urbanas](#) | [Restauração de recifes de corais](#) (base OICS, 2021) (THORSLUND *et al.*, 2017; XING *et al.*, 2017).

A regeneração urbana apoiada na natureza traz como benefício o aumento da resiliência a riscos ambientais como secas, inundações e ondas de calor, bem como as oportunidades de mitigação climática em pequena escala por meio do aumento do armazenamento de carbono. As Sbn orientadas a essa política podem contribuir com a **revitalização e a restauração de áreas verdes existentes**  [Grandes parques urbanos e periurbanos](#) | [Floresta urbana](#) | [Ruas verdes](#) | [Recuperação florestal e ecológica de áreas degradadas](#) (base OICS, 2021), como parques urbanos, áreas próximas a rios e lagos ou a **proteção, manutenção e reconstrução de habitats para**



espécies sob risco  [Grandes parques urbanos e periurbanos](#) | [Floresta urbana](#) | [Ruas verdes](#) | [Recuperação florestal e ecológica de áreas degradadas](#) (base OICS, 2021). Essas intervenções podem envolver a integração de redes de ciclovias e percursos para pedestres, incluindo percursos turísticos e didáticos em zonas verdes (ZWIERZCHOWSKA *et al.*, 2019). Nesse espectro de soluções, têm-se: **a renaturalização de rios com itinerários verdes; os jardins de chuva e biovaletas; os telhados e as paredes verdes;** o tratamento biológico de águas residuais; as florestas urbanas; os pavimentos permeáveis; as bacias naturalizadas de detenção e retenção (várzeas) para tratar poluição difusa (HERZOG, 2019); **a conversão de terrenos baldios em fazendas urbanas ou hortas comunitárias;** e a **regeneração de terrenos contaminados por meio de biorremediação** e subsequente conversão em espaços verdes (EC, 2015).

### 3.3. Dimensão da mitigação de eventos climáticos extremos

Esta política trata do desenvolvimento e da implementação de programas, projetos e ações voltadas à utilização de SbN na preparação do espaço urbano das cidades para eventos extremos advindos das mudanças climáticas. Ao longo das próximas décadas, mudanças climáticas deverão apresentar impactos ambientais, sociais e econômicos significativos nas cidades. Dudley *et al.* (2010) alertam que a resiliência dos ecossistemas deverá ficar aquém dos impactos causados pelas mudanças climáticas, distúrbios associados (enchentes, incêndios, infestação de insetos, acidificação dos oceanos) e outros fatores (mudanças no uso do solo, poluição, fragmentação dos sistemas naturais, excesso na exploração de recursos). As reduções no sequestro de carbono pela natureza, até o final do século, deverão contribuir na ampliação das mudanças climáticas, sendo estimado que cerca de 20% a 30% das espécies de plantas e animais deverão ter seu risco de extinção ampliado (DUDLEY *et al.*, 2010). Outro exemplo de repercussão das mudanças climáticas é o cenário de ampliação do fenômeno das ilhas de calor nas cidades, o que é correlacionado à maior capacidade de absorção e armazenamento da energia no ambiente construído, à redução da velocidade do vento no meio urbano, ao aumento dos níveis de poluição e ao estresse térmico, o que pode resultar em ampliação da mortalidade (MARKEVYCH *et al.*, 2017).

Para alcançar, de forma plena, os benefícios dessa política, sua concepção e implementação necessitam de um horizonte de **planejamento de longo prazo**, viabilizando que os biomas nativos consigam atingir a maturidade e maior resiliência (KRAUZE; WAGNER, 2019). Esse planejamento necessita considerar que, nas regiões mais centrais das cidades, as condições regulatórias dos fluxos tendem a ser afetados por fatores mais abióticos, como estresse hídrico, altas temperaturas, redução de espaços e descontinuidade dos espaços verdes. Em contraposição, em áreas com baixo ou moderado nível de urbanização, ocorre uma regulação de característica mais biótica (KRAUZE; WAGNER, 2019). Dessa forma, as SbN autorregulatórias, apoiadas em regulações bióticas, são mais aplicáveis a áreas, como terras agrícolas periurbanas, florestas urbanas e áreas de proteção da natureza, sendo seu principal objetivo a preservação dos ecossistemas e o aumento de sua resistência. Caracterizam-se por áreas verdes de qualidade, que mantêm sua biodiversidade e sustentam ciclos de água e matéria (KRAUZE; WAGNER, 2019).

A preparação das cidades para eventos extremos pode ser observada nas ações de prevenção de inundações, como estratégia de **reconexão dos rios com várzeas para aumentar o armazenamento natural de água; redução da canalização e ampliação da diversidade de canais e meandros de forma que reduza a velocidade de transmissão de inundações; utilização de tanques de retenção, telhados verdes, paredes verdes e jardins de chuva** (plantações de depressões ou valas, permitindo que o escoamento de áreas urbanas impermeáveis seja absorvido através da interceptação da chuva). A **instalação de pequenas barragens em drenos de superfície** pode contribuir para reduzir a conectividade hidráulica e diminuir o fluxo superficial. Note-se que esse conjunto de medidas requer a revisão das diretrizes do uso do solo, de maneira a **proteger e restaurar áreas úmidas naturais e áreas de recarga de água subterrânea** para criar capacidade adicional de inundação de emergência. Outra solução importante é o **aumento do uso de áreas verdes recreativas** ao longo do rio, em zonas urbanas, para limitar o potencial danos de inundações, reconectando os cidadãos com os rios, e para aumentar a consciência das pessoas sobre o risco de inundações (EC, 2015).

Como os exemplos de soluções ilustram, ampliar a **resiliência**  [Cidade-Esponja](#) | [Reflorestamento de encostas](#) (base OICS, 2021) do espaço urbano a eventos climáticos extremos é estratégia central nessa política. Resiliência é definida por Van der Jagt *et al.* (2017) como a capacidade de os centros urbanos em absorver e adaptar-se a diferentes tipos de impactos. As SbN são pertinentes para ações de longo prazo, na mitigação dos desafios das mudanças climáticas (sequestrando mais carbono da atmosfera por meio dos ecossistemas naturais, da conservação da biodiversidade, da redução da poluição e da redução da demanda por energia). As SbN, também, são necessárias à preparação das cidades para eventos extremos e, ao mesmo tempo, contribuindo para operacionais serviços ecossistêmicos essenciais para lidar com os **impactos das mudanças climáticas**  [Proteção ecológica para prevenir erosão costeira](#) (base OICS, 2021). Além disso, diferentes SbN oferecem sinergias latentes entre si que, quando efetivadas, ampliam sua capacidade de reduzir múltiplos riscos (ações para redução da escassez de água integrada a ações para redução dos impactos de inundações) (DUDLEY *et al.*, 2010; EC, 2015).

Esta preparação das cidades para eventos extremos envolve ações de escopo similares às dimensões da proteção da biodiversidade no meio urbano e da regeneração da cidade apoiada na natureza, tendo como diferença a magnitude e a frequência dos eventos para as quais as SbN são concebidas. Normalmente, a restauração e, até mesmo, a criação de ecossistemas já intrinsecamente têm o potencial de melhorar as próprias funções e, assim, propiciar melhores condições à biodiversidade, reduzindo a vulnerabilidade e ampliando a resiliência das cidades às mudanças climáticas (KOOIJMAN *et al.*, 2021). Dessa forma, a preparação das cidades para as mudanças climáticas envolve ações, como **manutenção e restauro de ecossistemas nativos; proteção e valorização de serviços ecossistêmicos; prevenção e controle ativo de espécies invasoras; gestão de habitats de espécies raras e ameaçadas; desenvolvimento de sistemas agroflorestais em zonas de transição entre ecossistemas** (WORLD BANK, 2008).

Em se tratando de eventos extremos, as SbN podem incluir, também, **zonas de proteção contra poluição ou para controle de erosão**, protegendo e multiplicando *habitats* para espécies-chave e criando **passagens para melhor conectividade física e funcional de ecossistemas críticos**. A erosão, outro impacto frequente advindo de eventos climáticos extremos, pode ser mitigada com o **uso de geotêxteis para conter a erosão da turfa; incentivar a revegetação das margens dos rios,**

ajudando na reconexão dos rios com as planícies aluviais. O **aumento da rugosidade hidráulica** pode ser utilizado para diminuir o transporte e melhorar o armazenamento de várzeas, pela **restauração de florestas de várzea e outras características seminaturais, como pastagens úmidas**. Em cidades costeiras, essas ações podem envolver o **restabelecimento e o restauro do *habitat* entre marés por desempoldagem** ou **realinhamento costeiro**, para fornecer uma defesa renovada contra ondas incidentes e aumentar o armazenamento de águas pluviais. Outra solução é a utilização de uma **zona tampão costeira para permitir que as barreiras costeiras *rolem* em direção à terra** sob o aumento do nível do mar e das tempestades.



A definição do escopo das ações, bem como do nível de intervenção nessa política, é condicionada à análise dos riscos mais prováveis e plausíveis decorrentes das mudanças climáticas. Em cidades costeiras, por exemplo, a busca por soluções para aumentar a resiliência para o aumento do nível do mar e tempestades, beneficia-se de SbN pautadas pelo resgate de processos de sedimentação natural e restauração florestal (EC, 2015). Portanto, essa política demanda uma abordagem criativa e vigilante, constantemente revisando a função dos espaços e sua contribuição para proteção da cidade a eventos extremos.

### 3.4. Dimensão econômica para a implementação de SbN

Esta política trata do desenvolvimento de programas, projetos e ações voltadas a tornar viável economicamente a implementação de Soluções baseadas na Natureza (SbN). Herzog *et al.* (2019) argumentam que a aceleração da adoção de SbN no Brasil requer que se transite para uma nova economia e para um novo estilo de vida mais ligado à natureza e aos processos naturais, com base no capital natural (HERZOG *et al.*, 2019). Nesse sentido, as SbN têm papel crítico na promoção da transição para a economia verde, com contribuições potenciais para a mudança de padrões de consumo e produção (FAIVRE *et al.*, 2017). As cidades são dependentes de recursos naturais, como água e energia, de tal modo que soluções que possibilitem a redução da escassez desses recursos têm repercussão econômica imediata.

A conexão entre as SbN e a economia é usualmente estabelecida por meio do conceito de capital natural, que pode ser associado ao fluxo de serviços ecossistêmicos providos pela natureza ao longo do tempo. Esses **serviços ecossistêmicos** são classificados em quatro tipos: a) serviços de provisionamento (quando a natureza fornece um recurso); b) serviços reguladores (quando a natureza regula os impactos ambientais); c) serviços culturais (a natureza oferece valor social e cultural); d) serviços de apoio. Para que esse capital natural resulte em efetivos benefícios por meio de serviços ecossistêmicos, é necessária a interação com outras formas de capital que requerem agência humana – capital construído ou manufaturado, capital humano e capital social ou cultural (KOOIJMAN *et al.*, 2021).

As decisões, no âmbito municipal, são particularmente importantes na viabilização econômica das SbN, pois podem encorajar modelos de negócios que viabilizem inovações pautadas por SbN. Isto pode ocorrer já a partir do próprio processo de aquisição de produtos e contratação de serviços (DAVIES; LAFORTEZZA, 2019). Portanto, essa política envolve tanto o **estímulo à exploração de novos modelos de negócio**, quanto **novas ofertas de valor econômico pautadas na natureza**. De fato,

restaurar e melhorar *habitats* por meio de SbN pode apresentar repercussões econômicas positivas, com maior atratividade da paisagem, da cidade, direcionando a atenção de talentos e investidores. Destacam-se as oportunidades econômicas no âmbito dos serviços associados às SbN, incluindo: **reparo de infraestrutura azul (lagos, valas, rios)**  [Biovaleta \(valeta vegetada\) | Recuperação ecológica e social de bacia hidrográfica urbana por meio de parques multifuncionais](#) | [Alagados construídos](#) | [Biotratamento de efluentes industriais, esgoto e águas cinza](#) (base OICS, 2021); **limpeza e gestão da descontaminação de terrenos, gestão da restauração de habitats terrestres**  [Restauração ecológica de lixão em parques multifuncionais](#) (base OICS, 2021); **gestão financeira de créditos voltados à mitigação de danos ambientais**, planejamento, *design*, engenharia, monitoramento, agricultura regenerativa, **gestão de abelhas e insetos polinizadores, produção de biomateriais, gestão de sistemas de irrigação**, além de **serviços de suporte ao lazer, esporte e turismo** (KOOIJMAN *et al.*, 2021). Como exemplo, tem-se o potencial do **impulsioneamento do turismo local e das atividades econômicas relacionadas**, ampliando as oportunidades de emprego e educação ao mesmo tempo que se conserva a biodiversidade (EC, 2015). Ainda, pode-se **promover formas mais ativas de permanência em zonas ribeirinhas**, reforçando a sua atratividade turística, utilizando referenciais históricos para criação de novos roteiros turísticos (ZWIERZCHOWSKA *et al.*, 2019). Ademais, com o advento das tecnologias digitais emergentes, adiciona-se a essas oportunidades de inovação em processos de negócio às ofertas de **serviços de inteligência digital orientada à gestão ambiental da cidade e serviços requeridos para operação da economia circular**.

A implementação dessa política pode **envolver tanto o governo, empresas, terceiro setor, parcerias público-privadas (PPP) quanto o engajamento da própria população**. O novo marco legal do saneamento básico (Lei nº 14.026) (BRASIL, 2020), por exemplo, já prevê a hipótese de licitação e contratação dos serviços de saneamento via PPP. Kooijman *et al.* (2021) defendem que a **associação entre empresas** tem se mostrado efetiva na promoção de valores não mercadológicos associados à proteção do meio ambiente. Portanto, as SbN podem ser aplicadas em zonas públicas ou privadas, podendo ser de caráter voluntário ou executadas por força de planos e/ou regulamentos urbanos estratégicos que beneficiam a cidade.

Comumente, as SbN contemplam desafios da sociedade com soluções mais viáveis economicamente quando comparadas com soluções convencionais, sendo inspiradas e apoiadas na natureza. Via de regra, apresentam baixo custo, baixa demanda de manutenção e baixas emissões de carbono, voltadas à mitigação das mudanças climáticas, contribuindo para aumentar a rentabilidade de respostas a desafios sociais, ambientais e econômicos (EC, 2015). Apesar desse potencial benefício econômico, um desafio constante para municipalidades é a alocação de recursos suficientes para a implementação e manutenção das SbN.

Maes e Jacobs (2017) argumentam que os critérios e paradigmas associados a impostos, taxas e subsídios necessitam ser revisados, particularmente no que diz respeito ao consumo de recursos de fontes não renováveis. Alertam que o desafio é, também, de escala temporal e espacial, dado que as SbN frequentemente demandam projetos de longo prazo e, muitas vezes, ocupam áreas maiores do que soluções convencionais (MAES; JACOBS, 2017). Para isso, há diversos mecanismos à disposição para operacionalizar incentivos de natureza econômica e financeira para desenvolvimento e implantação de SbN no âmbito das cidades, como: a) **taxas específicas para áreas focais**

da cidade que são revertidas em melhorias para outras regiões desta (MERK *et al.*, 2012); b) **transferência de potencial construtivo** de um lote o qual, por força da lei, é afetado por restrição imposta pelo Poder Público (BRASIL, 2012); c) **taxas para empreendimentos as quais não alcançam parâmetros mínimos de densidade** (MERK *et al.*, 2012); d) **taxas de congestionamento** (com o impacto adicional na redução da poluição); e) **taxas relativas ao nível de contribuição nos gases de efeito estufa (GEE)** (MERK *et al.*, 2012); f) **taxas para estacionamentos rotativos** (MERK *et al.*, 2012); g) **pedágios com preços diferenciados para linhas de trânsito voltadas a veículos com maior densidade de ocupação** (MERK *et al.*, 2012); h) **captação de recursos junto ao setor privado para o lançamento de títulos verdes**, possibilitando a canalização de investimentos para projetos verdes (MERK *et al.*, 2012). Ainda, Herzog *et al.* (2019) citam **fundos de compensação ambiental**, em que danos ambientais de projetos são compensados se investirem na plantação de árvores ou outras medidas, como recuperação dos ecossistemas nas cidades e nas zonas rurais; pagamento de serviços ambientais; e incentivos fiscais para projetos que ofereçam serviços ecossistêmicos em ambientes urbanos, por exemplo, telhados verdes (HERZOG *et al.*, 2019). Esses diversos instrumentos para estímulo econômico encontram um ambiente ainda mais favorável em projetos e iniciativas em que o financiamento está vinculado ao atendimento de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) associados a pautas ambientais.

Adicionalmente, o **mercado de carbono** deve oferecer novas oportunidades de financiamento de SbN. Destacam-se os **mecanismos de compensação de GEE** estabelecidos no Protocolo de Kyoto, dentro da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) – **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)** e Implementação Conjunta (IC). O MDL permite que países desenvolvidos comprem créditos certificados de carbono de projetos aprovados para redução de emissões em países em desenvolvimento. Mercados voluntários de carbono oferecem oportunidade semelhante, em que os governos nacionais acordam a remuneração de governos locais por reduções nas emissões, posicionadas como contribuições na busca pelas metas nacionais (MERK *et al.*, 2012).

Essas estratégias de viabilização econômica podem ser alavancadas com a valorização de áreas comerciais e residenciais no entorno, atraindo investidores e melhorando o bem-estar da população (EC, 2015). Contudo, ainda que os benefícios ambientais e sociais de SbN possam ser reconhecidos, um dos principais obstáculos na implementação dessa política é justamente a falta de **valorização econômica** dessas soluções por parte dos governantes (WILD *et al.*, 2017). Outro desafio é alcançar a **escala da cidade**, com proposições que sejam passíveis de transferência entre diferentes locais no espaço urbano (EC, 2015).

### 3.5. Dimensão do planejamento e da governança voltados às SbN

Esta política trata de programas, projetos e ações para implementação de um processo de planejamento voltado às SbN, apoiado em práticas transparentes de governança. Uma das atribuições do planejamento orientado às SbN é criar e restaurar conexões na cidade que possam prover suporte e proteger processos, funções e benefícios para espaços verdes a locais que não possuem essas capacidades de forma isolada (HANSEN *et al.*, 2017). Assim, no processo de revitalização

de uma determinada área de uma cidade, as SbN devem ser consideradas o mais cedo possível no planejamento (KRAUZE; WAGNER, 2019). Além disso, deve-se **envolver a adaptação das SbN ao contexto e à escala locais**, contribuindo na redefinição do papel da natureza no meio urbano (SOMARAKIS *et al.*, 2019). Salienta-se aqui a elevada importância da elaboração de pré-projetos para estudos de viabilidade técnico-econômica de alternativas de SbN, levando em consideração as peculiaridades de cada município. Note-se que a adequação às demandas locais pressupõe a consideração crítica das interações intermunicipais, como, por exemplo, a participação do município no plano da bacia hidrográfica e no plano de abastecimento.

O planejamento integrado precisa **assegurar a obtenção de soluções ecologicamente eficientes, socialmente aceitáveis e economicamente viáveis**, em processos de conservação, restauração ou transferência de funções ecossistêmicas. Os modos de governança e os meios de participação determinam o modo de engajamento da sociedade na gestão dos espaços verdes na cidade e, de maneira similar, a constelação de atores envolvidos nesse processo é influenciada pelo contexto institucional, pelas narrativas e pelos recursos disponíveis (VAN DER JAGT *et al.*, 2017). A maior governança contribui, de forma direta, na **ampliação das parcerias voltadas a alterar a relação das pessoas com a natureza**, como, por exemplo, a governança sobre a floresta urbana reportada por Van der Jagt (2017). Nesse sentido, Hansen *et al.* (2017) defendem a **inclusão social das pessoas afetadas pelas SbN por meio de um planejamento colaborativo e participativo** (HANSEN *et al.*, 2017). A criação conjunta do conteúdo dessa política resulta no **desenvolvimento de práticas e políticas sistêmicas, holísticas, inclusivas e sustentáveis** (HERZOG *et al.*, 2019). Para alcançar esse intento, a abordagem de governança deve ser adequada às condições sociais, culturais e ecológicas locais (DORST *et al.*, 2021)

Nesshöver *et al.* (2017) argumentam que os elementos-chave para a implementação bem-sucedida de SbN incluem: a) capacidade de lidar com incerteza e complexidade intrínseca no trato com a natureza; b) envolvimento de múltiplos *stakeholders* no planejamento e implementação, conferindo maior legitimidade à iniciativa; c) garantir uma perspectiva multi e interdisciplinar, envolvendo diferentes disciplinas do conhecimento requeridas para as características de SbN; e) desenvolver compreensão acerca das alternativas multifuncionais pertinentes, considerando questões, como custo e impactos ambientais; e f) avaliar e monitorar continuamente o desempenho da solução implementada, utilizando indicadores sociais, ambientais e econômicos.

Herzog *et al.* (2019) chamam a atenção para a necessidade de **desenvolvimento de métodos e ferramentas de planejamento, governança e suporte ao processo de tomada de decisão voltados às SbN**, além de indicadores-chave de desempenho. Para tanto, a **ecologia urbana** é o domínio do conhecimento que serve de alicerce a esse processo de planejamento das SbN.

Kabisch *et al.* (2017) propõem quatro grupos de indicadores que são úteis para aqueles envolvidos em realizar o planejamento, permitindo avaliar a eficácia das SbN:

- (a) **Performance ambiental integral:** redução da poluição atmosférica, redução da temperatura, redução da emissão de CO<sub>2</sub>, ampliação do nível de biodiversidade, nível de regeneração de áreas degradadas e o nível de desserviços ambientais (aumento do número de mosquitos, plantas que emitem pólen alergênico).

- (b) **Saúde e bem-estar:** número de pessoas engajadas em esporte, redução de doenças respiratórias e obesidade, declínio das mortes prematuras devido a ondas de calor; número de pessoas com acesso a áreas verdes.
- (c) **Monitoramento e transferibilidade:** número de atores envolvidos no planejamento, viabilidade de longo prazo, porcentagem do orçamento dedicado ao planejamento, à implementação e à manutenção dos espaços verdes, ao número de ações/projetos transferidos para a prática e para o ensino.
- (d) **Envolvimento dos cidadãos:** porcentagem da população envolvida, porcentagem de pessoas proprietárias de espaços verdes ou envolvidas na sua manutenção, compartilhamento de experiências e opiniões em redes sociais.

Para contribuir com o aperfeiçoamento do conteúdo desse planejamento voltado às SbN, as paisagens urbanas oferecem inúmeras oportunidades para projetos contínuos, experimentais e adaptativos (HERZOG *et al.*, 2019). Esta **retroalimentação ao processo de planejamento** permite melhor adaptação das SbN para o contexto e para a escala local, possibilitando o refinamento das soluções e da compreensão quanto ao papel da natureza no ambiente urbano. Trata-se fundamentalmente da integração da infraestrutura verde com a infraestrutura cinza, combinando espaços urbanos verdes com outras infraestruturas, como transporte e habitação. Dessa forma, o planejamento deve apoiar a valorização dos espaços verdes urbanos, reconhecendo que esses possuem múltiplas funções e serviços (HANSEN *et al.*, 2017).


### 3.6. Dimensão dos comportamentos e das competências para SbN

Esta política trata do desenvolvimento de comportamentos da população que garantam o sucesso de SbN, assim como de competências que possibilitem seu desenvolvimento e implementação. Conforme alerta Krauze e Wagner (2019), as SbN frequentemente exigem mudanças culturais e de hábitos, daí a importância de o Poder Público estabelecer uma perspectiva de longo prazo para dar suporte a essa dimensão da mudança. As estratégias para promover o comportamento sustentável podem ser agrupadas em três grupos (LILLEY, 2009; BHAMRA *et al.*, 2011), com repercussões específicas em se tratando do perfil de SbN requerido:

- (a) **Guiar a mudança:** aqui se enquadram as iniciativas e soluções que contribuem para que as pessoas reconheçam a relevância das SbN para a qualidade de vida no âmbito da cidade, influenciando suas escolhas, atitudes, opiniões e atividades. Incluem-se aqui, por exemplo, soluções que resultem no *ecofeedback* dos resultados das SbN (*displays* mostrando o impacto na redução da temperatura, maior disponibilidade hídrica, menor poluição).
- (b) **Manter a mudança:** neste grupo incluem-se as iniciativas que contribuem para consolidar novos comportamentos e hábitos com vínculo positivo com as SbN, como, por exemplo, a gamificação, com o provimento de *prêmios e penalidades* na interação com as SbN (acesso gratuito a conteúdos culturais para moradores que aderem a iniciativas de corredores de polinização).

- (c) **Garantir a mudança:** este grupo trata de iniciativas que garantem a adesão aos comportamentos requeridos pelas Sbn. Essa garantia pode alcançar o nível coercitivo, com configurações de produtos e serviços que não deixam outra opção a não ser a realização de uma dada atividade de acordo com a prescrição estabelecida (pontes para passagem de animais em migração no meio urbano que bloqueiam a passagem de carros).

As ações nessa política envolvem a utilização da **educação como instrumento para rever paradigmas de produção e consumo**, estimulando que se busque reaprender a viver com a natureza, reconhecendo o valor intrínseco de todas as formas de vida (HERZOG *et al.*, 2019). Zwierzchowska *et al.* (2019) propõem ações de ativação e educação dos cidadãos para o aproveitamento do potencial existente da infraestrutura verde, o que é necessário para viabilizar a participação na cocriação de Sbn como espaços verdes multifuncionais comuns, por exemplo, jardins comunitários ou sociais, jardins de bolso e outras soluções de escala local. Essa recomendação é orientada não apenas a espaços públicos abertos, mas também associados a instituições, como escolas, jardins de infância, centros de terceira idade, hospitais ou cooperativas (ZWIERZCHOWSKA *et al.*, 2019). Dessa forma, conscientizar os cidadãos, por meio de um processo de educação continuado, contribui para ampliar o engajamento e o comprometimento para com as Sbn, sendo uma das ações necessárias para renaturalizar o meio urbano nas cidades (LAFORTEZZA *et al.*, 2018). Ainda, as atividades de educação podem estar voltadas à formação de pessoas com competências necessárias à concepção, ao desenvolvimento, à implantação e à operação de Sbn. Zwierzchowska *et al.* (2018) alertam que o fluxo de serviços ecossistêmicos associados às Sbn requer **investimento no desenvolvimento de competências** pertinentes às suas características complexas e multi/interdisciplinares.



Conforme Herzog *et al.* (2019), **atividades coletivas práticas** são efetivas para sensibilizar e estimular as pessoas a estabelecerem uma ligação mais intensa com a ecologia urbana, reforçando o espírito de comunidade. Iniciativas de **aprendizagem ativa** (como a horta urbana) podem ser efetivas para se alcançar a valorização da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, sendo fundamentais no processo de transição para novos ambientes urbanos que sejam mais sustentáveis, seguros e resilientes (HERZOG *et al.*, 2019). Kabisch *et al.* (2016) defendem a estratégia de **promover projetos de Sbn que tenham maior repercussão**  [Agricultura urbana](#) | [Floresta de bolso](#) | [Ecovila urbana](#) | [Ruas verdes](#) | [Jardim Vertical](#) (base OICS, 2021) como forma de atrair o apoio dos diversos atores no município. Com isso, abre-se a oportunidade de ampliar a consciência sobre os benefícios das Sbn, incluindo sua conexão com aspectos econômicos, de saúde e bem-estar. Hortas comunitárias, por exemplo, configuram em estratégia efetiva na busca por cidades mais resilientes, impactando na adoção de estilos de vida mais sustentáveis e ampliando o bem-estar e a saúde das pessoas. Nesses espaços, as pessoas aprendem a ampliar o nível de autossuficiência e, ao mesmo tempo, o valor de compartilhar conhecimentos e habilidades, contribuindo para preservar e proteger terras férteis no ambiente urbano. Além disso, impactam, de forma direta, na ampliação da coesão social e no senso de pertencimento ao lugar, empoderando comunidades por meio da ampliação de suas competências (VAN DER JAGT *et al.*, 2017).

No processo de mudanças de comportamento e desenvolvimento de competências, é importante notar que as Sbn podem **ativar iniciativas de inovação social nas cidades** e, dessa maneira, contribuir para acelerar a transição para a sustentabilidade (FAIVRE *et al.*, 2017). Nessas iniciativas, ocorre um processo de cocriação com a comunidade, em que se concebem, avaliam e são introduzidas as

SbN que transformam a paisagem urbana (HERZOG *et al.*, 2019). A incorporação de infraestrutura verde e elementos naturais no ambiente construído, ao longo do espaço urbano, cria condições mais favoráveis à educação dos cidadãos quanto aos benefícios socioeconômicos da natureza em todos os aspectos da vida humana. É esse processo de aprendizagem individual e coletivo, apoiado por serviços culturais associados ao ecossistema, que provê o alicerce de longo prazo para a consolidação e a evolução voltada às SbN (FINK, 2016).


### 3.7. Dimensão da promoção de saúde e bem-estar por meio de SbN


Esta política trata do desenvolvimento e implantação de programas, projetos e ações que façam uso das SbN para a promoção da saúde e do bem-estar dos cidadãos de uma cidade. Essa política é baseada na compreensão de correlação direta do contato com a natureza com impactos positivos na saúde de maneira geral (MARKEVYCH *et al.*, 2017). Sua implementação está relacionada diretamente ao alcance dos ODS 10 (Redução da desigualdade) e ODS 3 (Boa saúde e bem-estar) (FAIVRE *et al.*, 2017).

As SbN contribuem com a saúde urbana por meio da **melhoria no tratamento de efluentes industriais e municipais**  [Biotratamento de efluentes industriais, esgoto e águas cinza](#) | [Micro Estação de Tratamento Biológico Esgoto para Área Urbana](#) | [Estação de Tratamento de Esgoto ecológica por meio de Wetlands](#) (base OICS, 2021) pela biodegradação e bioconversão; por meio do uso de métodos biológicos, físicos e químicos no tratamento de resíduos antes de descartá-los no solo ou na água. Por meio de SbN, pode-se **proteger os espaços verdes urbanos para estimular a biodiversidade e o estabelecimento de espécies que se alimentam de vetores de doenças; utilizando superfícies permeáveis e vegetação, de tal forma que reduza as fontes de água parada**  [Alagados construídos](#) | [Descontaminação de águas a partir de micro-organismos](#) (base OICS, 2021) e limite o estabelecimento de populações de vetores de doenças, **fornecendo casas para morcegos, comedouros e abrigo para pássaros**, para promover o estabelecimento de espécies para regulamentação de mosquitos (ou outros vetores de insetos).

O **maior contato no meio urbano com a natureza** contribui, de forma direta, na percepção de bem-estar das pessoas, bem como cria condições para estilos de vida mais saudáveis. Conforme Van Den Bosch e Sang (2017), o contato com o verde colabora na redução do estresse, na melhoria do estado de humor, na ampliação da atividade física, na redução do excesso de peso, na melhoria da coesão social, na redução das desigualdades em termos de saúde (VAN DEN BOSCH; SANG, 2017). Doenças cardíacas, obesidade e depressão têm menor incidência sob tais circunstâncias e, com isso, há uma redução da morbidade e mortalidade do espaço urbano.

Idosos e crianças são particularmente mais vulneráveis aos riscos à saúde associados à urbanização em combinação com as mudanças climáticas. Sobre esse público, Kabisch *et al.* (2017) apontam que há positivas associações entre a infraestrutura verde e azul com redução dos fatores de risco associados à urbanização, além de contribuição direta na adoção de comportamentos mais saudáveis. No caso de crianças, há a redução da agressividade e a melhoria do desenvolvimento cognitivo. No caso de idosos, há uma direta associação entre a presença de áreas verdes e obesidade (KABISCH *et al.* 2017).

Parques, fazendas urbanas e hortas comunitárias estimulam a atividade física e, por consequência, a melhoria da saúde da população (EC, 2015). Para alcançar esse intento, as SbN resultam em **espaços verdes mais atraentes**, conectando os pontos de interesse na cidade através de corredores verdes. A esse respeito, Markevych *et al.* (2017) chamam a atenção de grandes espaços verdes, com caminhos com boa manutenção. Esses espaços são usualmente mais atrativos para a atividade física de adultos enquanto, para crianças menores, a atratividade maior está nos **parques de bolso**  [Parque Urbano Multifuncional](#) | [Agricultura urbana](#) | [Floresta de bolso](#) | [Ruas verdes](#) | [Jardim de chuva](#) (base OICS, 2021), com a presença de formas mais sedentárias de recreação. Além disso, as configurações de espaços verdes podem fomentar o contato da comunidade, contribuindo para ampliar a coesão social (EC, 2015; MARKEVYCH *et al.*, 2017; VAN DEN BOSCH; SANG, 2017). Na dimensão social, Kabisch *et al.* (2016) adicionam que as SbN contribuem para reforçar a identidade cultural local e o senso de pertencimento ao lugar.

A **interação regular com o ambiente natural e, dessa forma, com uma microbiota diversa** tem efeito positivo na proteção contra doenças infecciosas e autoimunes, ampliando a capacidade imunológica (ROOK *et al.*, 2015; VAN DEN BOSCH; SANG, 2017). A simples possibilidade de **contato visual com espaços verdes** têm demonstrado contribuição positiva em alguns protocolos clínicos em hospitais (FINK, 2016). Conforme Markevych *et al.* (2017), espaços verdes contribuem no amortecimento dos efeitos do ruído do tráfego tanto na dimensão física (redução na exposição ao ruído) quanto na psicológica (redução da resposta de estresse associada à percepção do ruído). Assim, **barreiras verdes, fachadas verdes e telhados verdes**  [Cidade Biofilica](#) | [Ecobairro](#) (base OICS, 2021) reduzem cerca de 5 dB a 10 dB por difração, absorção ou interferência destrutiva em ondas sonoras. A proteção das fontes de ruído, por meio da natureza, melhora a percepção da qualidade acústica (MARKEVYCH *et al.*, 2017). As SbN favorecem a **redução do ruído**, por exemplo, pelo plantio de árvores e arbustos entre estradas e habitações, **utilizando a água corrente para mascarar o ruído urbano, garantindo fontes de alimento e abrigo seguro para pássaros canoros.**

Apesar da compreensão quanto aos impactos positivos potenciais de SbN, é importante **atentar-se para eventuais efeitos colaterais**. A introdução de espaços verdes novos ou em maior quantidade podem causar maior concentração de pólen alergênico de árvores e espécies herbáceas. Quando não adequadamente planejados, os espaços verdes podem resultar em abrigo para vetores de doenças como mosquitos e ratos e, também, oferecer esconderijo para pessoas que realizam alguma contravenção (MARKEVYCH *et al.*, 2017).

O acesso a áreas verdes normalmente são compreendidos como contribuições positivas na prevenção de iniquidades econômicas derivadas da desigualdade no acesso a serviços de saúde da população. Doenças de natureza crônica, por exemplo, ocorrem de maneira desproporcional em comunidades de baixa renda privadas do fácil acesso a áreas verdes. Paradoxalmente é importante notar que muito frequentemente a presença de áreas verdes, no meio do espaço urbano, resulta em ampliação do valor dos imóveis e, também, do preço dos aluguéis, o que pode forçar o deslocamento de populações mais fragilizadas economicamente (MARKEVYCH *et al.*, 2017). É necessário, portanto, a análise sistêmica do problema no âmbito local e um adequado processo de cocriação com boa governança para evitar os riscos desses efeitos colaterais.

**Políticas e soluções para cidades sustentáveis:  
Soluções baseadas na Natureza (SbN)**

## 4. Conclusão

A formulação e a implantação das dimensões das políticas voltadas às SbN propostas neste documento, assim como respectivas soluções, necessitam levar em consideração suas intrínsecas interdependências. De fato, a aplicação isolada de determinada dimensão pode resultar em baixa eficácia quando não são implementadas ações requeridas de outras dimensões complementares. Ações associadas à dimensão da regeneração do espaço urbano via SbN, por exemplo, podem ser inócuas se houver ausência de ações correspondentes voltadas à promoção de comportamentos mais sustentáveis na mobilidade.

Os desafios específicos de cada cidade requerem a customização da ênfase das dimensões e soluções a serem priorizadas, assim como o escalonamento de sua implementação. As escolhas podem demandar a consideração de necessidades que transpõem os limites municipais, considerando-se os impactos das decisões nos municípios contíguos, particularmente onde há fluxos intensos intermunicipais. Na verdade, conforme argumenta Herzog *et al.* (2019), para alcançar plena efetividade, o conceito de SbN necessita permear as políticas públicas em todos os níveis (federal, estadual e local) e em todos os setores da economia e da sociedade. De qualquer forma, fica claro que não há um delineamento único e universal de como essas dimensões devem ser configuradas e implementadas na busca por SbN efetivas para as demandas específicas de cada município. Questões, como as características da fauna e flora local, a cultura local, os recursos financeiros disponíveis, o histórico de iniciativas anteriores e o nível de educação da população, são exemplos de variáveis que afetam esta customização.

Finalmente, ressalta-se que as dimensões aqui apresentadas demandam uma compreensão holística do tomador sobre as implicações sociais, econômicas e ambientais de longo prazo em se buscar uma cidade efetivamente sustentável. São imprescindíveis decisões com um efetivo foco nas necessidades das futuras gerações humanas, assim como na proteção do bem-estar das outras espécies e do ambiente natural. Conclui-se, dessa forma, que o desenvolvimento de competências acerca dos aspectos técnicos e estratégicos de SbN junto aos tomadores de decisão constitui-se em um passo necessário para a adequada e compreensiva implementação de SbN no âmbito das cidades brasileiras.

## Referências

---

BHAMRA, Tracy; LILLEY, Debra; TANG, Tang. Design for sustainable behaviour: Using products to change consumer behaviour. **The Design Journal**, v. 14, n. 4, p. 427-445, 2011. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Debra-Lilley/publication/233620661\\_Design\\_for\\_Sustainable\\_Behaviour\\_Using\\_Products\\_to\\_Change\\_Consumer\\_Behaviour/links/5adf0d420f7e9b285943ae55/Design-for-Sustainable-Behaviour-Using-Products-to-Change-Consumer-Behaviour.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Debra-Lilley/publication/233620661_Design_for_Sustainable_Behaviour_Using_Products_to_Change_Consumer_Behaviour/links/5adf0d420f7e9b285943ae55/Design-for-Sustainable-Behaviour-Using-Products-to-Change-Consumer-Behaviour.pdf)

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 202, 18 outubro 2012. Seção 1, p.1. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>

BRIDGEWATER, P. Whose nature? What solutions? Linking ecohydrology to nature-based solutions. **Ecohydrology and Hydrobiology**, v. 18, n. 4, p. 311-316, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.11.006>

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – CBGDP, 8., Porto Alegre, 2011. **Trabalho apresentado...** Porto Alegre, 2011. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2205710/mod\\_resource/content/1/Roteiro%20para%20revis%C3%A3o%20bibliogr%C3%A1fica%20sistem%C3%A1tica.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2205710/mod_resource/content/1/Roteiro%20para%20revis%C3%A3o%20bibliogr%C3%A1fica%20sistem%C3%A1tica.pdf)

DAVIES, C.; LAFORTEZZA, R. Transitional path to the adoption of nature-based solutions. **Land Use Policy**, v. 80, n. June, p. 406-409, 2019. Elsevier. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.020>

DORST, H.; VAN DER JAGT, A.; RUNHAAR, H.; RAVEN, R. Structural conditions for the wider uptake of urban nature-based solutions – A conceptual framework. **Cities**, Elsevier, v. 116, v. 103283, June 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Van-Der-Jagt/publication/352281718\\_Structural\\_conditions\\_for\\_the\\_wider\\_uptake\\_of\\_urban\\_nature-based\\_solutions\\_-\\_A\\_conceptual\\_framework/links/60c1d75b92851ca6f8d6e1bd/Structural-conditions-for-the-wider-uptake-of-urban-nature-based-solutions-A-conceptual-framework.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Van-Der-Jagt/publication/352281718_Structural_conditions_for_the_wider_uptake_of_urban_nature-based_solutions_-_A_conceptual_framework/links/60c1d75b92851ca6f8d6e1bd/Structural-conditions-for-the-wider-uptake-of-urban-nature-based-solutions-A-conceptual-framework.pdf)

DUDLEY, N.; STOLTON, S.; BELOKUROV, A.; KRUEGER, L.; LOPOUKHINE, N.; MACKINNON, K.; SANDWICH, T.; SEKHRAN, N. **Natural solutions**: Protected areas helping people cope with climate change. Gland – Switzerland, Washington DC and New York – USA: IUCN/WWF, TNC, UNDP, WCS, The World Bank, WWF, 2010. Disponível em: [https://www.iucn.org/downloads/natural\\_solutions.pdf](https://www.iucn.org/downloads/natural_solutions.pdf)

EUROPEAN COMMISSION – EC. **Towards an EU research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities**: Final Report of the Horizon 2020. Bruxelas, Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities, 2015. Disponível em: <https://ec.europa.eu/research/environment/pdf/renaturing/nbs.pdf>. Acesso em: 31 out. 2021

EUROPEAN COMMISSION – EC. **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of The Regions Next Steps for a Sustainable European future – European Action for Sustainability**. 2016. COM/2016/0739

EGGERMONT, H.; BALIAN, E.; AZEVEDO, J. M. N.; BEUMER, V.; BRODIN, T.; CLAUDET, J. Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. **GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society**, n. 24, p. 243-248, 2015.

ESCOBEDO, F. J.; GIANNICO, V.; JIM, C. Y.; SANESI, G.; LAFORTEZZA, R. Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors? **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 37, p. 3-12, jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>

ENGSTRÖM *et al.*, Multi-functionality of nature-based and other urban sustainability solutions: New York City study. **Land Degradation and Development**, v. 29, n. 10, p. 3653-3662, 2018. <https://doi.org/10.1002/ldr.3113>

FAIVRE, N.; FRITZ, M.; FREITAS, T.; DE BOISSEZON, B.; VANDEWOESTIJNE, S. Nature-based solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. **Environmental Research**, v. 159, n. dec. 2016, p. 509-518, 2017. Disponível em: <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/96155.pdf>

FINK, H. S. Human-nature for climate action: Nature-based solutions for urban sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 8, n. 3, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/3/254/pdf>

GLASER, B. The constant comparative method of qualitative analysis. **Society for the Study of Social Problems**, Oxford University Press, v. 12, n.4, p.436-445, 1965. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/David\\_Morgan19/post/Has\\_anyone\\_used\\_the\\_constant\\_comparative\\_method\\_Any\\_tips/attachment/59d6259779197b8077983e71/AS:318237135310850@1452885054267/download/Glaser+65+Constant+Comparative+Analysis.pdf](https://www.researchgate.net/profile/David_Morgan19/post/Has_anyone_used_the_constant_comparative_method_Any_tips/attachment/59d6259779197b8077983e71/AS:318237135310850@1452885054267/download/Glaser+65+Constant+Comparative+Analysis.pdf)

GLASER, B.; STRAUSS, A.L. **Discovery of grounded theory**: Strategies for qualitative research. Routledge, 1967. Disponível em: [http://www.sxf.uevora.pt/wp-content/uploads/2013/03/Glaser\\_1967.pdf](http://www.sxf.uevora.pt/wp-content/uploads/2013/03/Glaser_1967.pdf)

HANSEN, R.; RALL, E.; CHAPMAN, E.; ROLF, W., PAULEIT, S. Urban green infrastructure planning guide. **Green Surge**, n. June, p. 4-106, 2017. Disponível em: [https://ign.ku.dk/english/green-surge/reporter/D5\\_3\\_Urban\\_GIP\\_-\\_A\\_guide\\_for\\_practitioners.pdf](https://ign.ku.dk/english/green-surge/reporter/D5_3_Urban_GIP_-_A_guide_for_practitioners.pdf)

HERZOG, C. P.; ROZADO, C. A.; FREITAS, T. **Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza**: contribuição para um roteiro brasileiro de soluções baseadas na natureza para cidades resilientes. Bélgica: Comissão Europeia, 2019. Disponível em: <https://oppla.eu/sites/default/files/docs/Portuguese-EU-Brazil-NBS-dialogue-low.pdf>. Acesso em: 31 out. 2021

HOLTON, J. A. Grounded theory as a general research methodology. **Grounded Theory Review: An International Journal**, v. 7, n. 2, June 2008. Disponível em: <http://groundedtheoryreview.com/2008/06/30/grounded-theory-as-a-general-research-methodology/>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2021: the physical science basis**. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Sexto Ciclo de Avaliação (AR6), 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/> Acesso em: 24 out. 2021.

KABISCH, N. *et al.* Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society**, v. 21, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol21/iss2/art39/>

KABISCH, N.; VAN DEN BOSCH, M.; LAFORTEZZA, R. The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly – a systematic review. **Environmental Research**, v. 159, n. July, p. 362-373, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Nadja-Kabisch/publication/319310915\\_The\\_health\\_benefits\\_of\\_nature-based\\_solutions\\_to\\_urbanization\\_challenges\\_for\\_children\\_and\\_the\\_elderly\\_-\\_A\\_systematic\\_review/links/59e06dd60f7e9bc51265408f/The-health-benefits-of-nature-based-solutions-to-urbanization-challenges-for-children-and-the-elderly-A-systematic-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nadja-Kabisch/publication/319310915_The_health_benefits_of_nature-based_solutions_to_urbanization_challenges_for_children_and_the_elderly_-_A_systematic_review/links/59e06dd60f7e9bc51265408f/The-health-benefits-of-nature-based-solutions-to-urbanization-challenges-for-children-and-the-elderly-A-systematic-review.pdf)

KOOIJMAN, E. D.; MCQUAID, S.; RHODES, M. L.; COLLIER, M. J.; PILLA, F. Innovating with nature: From nature-based solutions to nature-based enterprises. Switzerland: **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13031263>

KRAUZE, K.; WAGNER, I. From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city. **Science of the Total Environment**, Elsevier B.V., v. 655, p. 697-706, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.187>

LAFORTEZZA, R.; CHEN, J.; VAN DEN BOSCH, C. K.; RANDRUP, T.B. Nature-based solutions for resilient landscapes and cities. **Environmental Research**, v. 165, p. 431-441, ago. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.038>

LILLEY, D. Design for sustainable behaviour: strategies and perceptions. **Design Studies**, v. 30, n. 6, p.704-720, 2009. Disponível em: [https://repository.lboro.ac.uk/articles/journal\\_contribution/Design\\_for\\_sustainable\\_behaviour\\_strategies\\_and\\_perceptions/9346976/1/files/16956029.pdf](https://repository.lboro.ac.uk/articles/journal_contribution/Design_for_sustainable_behaviour_strategies_and_perceptions/9346976/1/files/16956029.pdf)

MAES, J.; JACOBS, S. Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. **Conservation Letters**, v. 10, n. 1, p. 121-124, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/conl.12216>

MARKEVYCH, I. *et al.* Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*, v. 158, n. February, p. 301-317, 2017. Elsevier Inc. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.028>.

MERK, O.; SAUSSIÉ, S.; STAROPOLI, C.; SLACK, E.; KIM, J. Financing green urban infrastructure. **OECD Regional Development Working Papers**, v. 10, p. 65, 2012. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5k92poc6j6ro-en.pdf?expires=1647050942&id=id&accname=guest&checksum=2D84D25ABFCB04B621D8820CFDA95E9B>

MOUSTAKAS, C. E. **Heuristic Research: Design, Methodology, and Applications**. Newbury Park CA: Sage Publications, 1990.

NESSHÖVER, C. *et al.* The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1215-1227, 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/attachments/53382135/download\\_file?st=MTYoNzA1MDQxNywxODkuNi4zNS42Nw%3D%3D&s=swp-splash-paper-cover](https://www.academia.edu/attachments/53382135/download_file?st=MTYoNzA1MDQxNywxODkuNi4zNS42Nw%3D%3D&s=swp-splash-paper-cover)

NEVENS, F.; FRANTZESKAKI, N.; GORISSEN, L.; LOORBACH, D. Urban Transition Labs: co-creating transformative action for sustainable cities. **Journal of Cleaner Production**, Elsevier, v. 50, p. 111-122, 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Niki-Frantzeskaki/publication/260137056\\_Nevens\\_F\\_Frantzeskaki\\_N\\_Loorbach\\_D\\_Gorissen\\_L\\_Urban\\_Transition\\_Labs\\_co-creating\\_transformative\\_action\\_for\\_sustainable\\_cities\\_Journal\\_of\\_Cleaner\\_Production\\_50\\_111-122/links/55b75e5508ae9289a08be294/Nevens-F-Frantzeskaki-N-Loorbach-D-Gorissen-L-Urban-Transition-Labs-co-creating-transformative-action-for-sustainable-cities-Journal-of-Cleaner-Production-50-111-122.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Niki-Frantzeskaki/publication/260137056_Nevens_F_Frantzeskaki_N_Loorbach_D_Gorissen_L_Urban_Transition_Labs_co-creating_transformative_action_for_sustainable_cities_Journal_of_Cleaner_Production_50_111-122/links/55b75e5508ae9289a08be294/Nevens-F-Frantzeskaki-N-Loorbach-D-Gorissen-L-Urban-Transition-Labs-co-creating-transformative-action-for-sustainable-cities-Journal-of-Cleaner-Production-50-111-122.pdf)

OBSERVATÓRIO DE INOVAÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS – OICS. **Soluções e casos**. Disponível em: <https://oics.cgee.org.br/solucoes-e-casos/soluções>. Acesso em: 31 out. 2021.

ROOK, G. A. Regulation of the immune system by biodiversity from the natural environment: an ecosystem service essential to health. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 110, 18360-18367, 2013. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Regulation-of-the-immune-system-by-biodiversity-the-Rook/52325b9cf48a2194f6fe7910e213d89555329e0f>

SOMARAKIS, G.; STAGAKIS, S.; CHRYSOULAKIS, N. **ThinkNature nature-based solutions handbook**. ThinkNature project funded by the EU Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 730338, 2019. Disponível em: [https://platform.think-nature.eu/system/files/thinknature\\_handbook\\_final\\_print\\_o.pdf](https://platform.think-nature.eu/system/files/thinknature_handbook_final_print_o.pdf)

THORSLUND, J. *et al.* Wetlands as large-scale nature-based solutions: Status and challenges for research, engineering and management. **Ecological Engineering**, v. 108, p. 489-497, 2017. <http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/90633.pdf>

VAN DEN BOSCH, M.; ODE SANG, Å. Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – a systematic review of reviews. **Environmental Research**, v. 158, n. May, p. 373-384, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.040>

VAN DER JAGT, A. P. N.; SZARAZ, L. R.; DELSHAMMAR, T.; CVEJIĆ, R.; SANTOS, A.; GOODNESS, J.; BUIJS, A. Cultivating nature-based solutions: The governance of communal urban gardens in the European Union. **Environmental Research**, v. 159, n. May, p. 264-275, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.013>

WILD, T. C.; HENNEBERRY, J.; GILL, L. Comprehending the multiple 'values' of green infrastructure—Valuing nature-based solutions for urban water management from multiple perspectives. **Environmental Research**, Elsevier, v. 158, p. 179-187, 2017. Disponível em: [https://eprints.whiterose.ac.uk/117195/14/Wild\\_et\\_al\\_2016\\_Comprehending\\_the\\_Multiple\\_Values\\_of\\_Green\\_Infrastructure\\_-\\_Valuing\\_Nature\\_Based\\_Solutions\\_-\\_AFC.pdf](https://eprints.whiterose.ac.uk/117195/14/Wild_et_al_2016_Comprehending_the_Multiple_Values_of_Green_Infrastructure_-_Valuing_Nature_Based_Solutions_-_AFC.pdf)

WORLD BANK. **Biodiversity, climate change and adaptation nature-based solutions from the world bank portfolio**, 2008. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/6216/467260WPoREPLA1sity1Sept020081final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

XING, Y.; JONES, P.; DONNISON, I. Characterisation of nature-based solutions for the built environment. Switzerland: **Sustainability**, v. 9, n. 1, p. 1-20, 2017. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/1/149/pdf>

ZWIERZCHOWSKA, I.; FAGIEWICZ, K.; PONIŻY, L.; LUPA, P.; MIZGAJSKI, A. Introducing nature-based solutions into urban policy – facts and gaps. Case study of Poznań. **Land Use Policy**, v. 85, n. April, p.161-175, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Ponizy/publication/332291316\\_Introducing\\_nature-based\\_solutions\\_into\\_urban\\_policy\\_-\\_facts\\_and\\_gaps\\_Case\\_study\\_of\\_Poznan/links/5cad2d13299bf193bc2d9ebo/Introducing-nature-based-solutions-into-urban-policy-facts-and-gaps-Case-study-of-Poznan.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lidia-Ponizy/publication/332291316_Introducing_nature-based_solutions_into_urban_policy_-_facts_and_gaps_Case_study_of_Poznan/links/5cad2d13299bf193bc2d9ebo/Introducing-nature-based-solutions-into-urban-policy-facts-and-gaps-Case-study-of-Poznan.pdf)

## Siglas e abreviaturas encontradas nesta publicação

---

CGEE | Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

GEE | gases de efeito estufa

IC | Implementação Conjunta

MCTI | Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MDL | Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

ODS | Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OICS | Observatório de Inovações para Cidades Sustentáveis

ONU | Organização das Nações Unidas

PME | Planos Municipais de Educação

PMS | Plano Municipal de Saúde

PPP | parcerias público-privadas

RBS | Revisão Bibliográfica Sistemática

SbN | Soluções baseadas na Natureza

SNCTI | Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

UFPR | Universidade Federal do Paraná

UNFCCC | Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima





