

Dossier

#1

LABVERDE

**Soluções baseadas na Natureza
para a resiliência urbana na
América Latina**

*Soluciones basadas en la
Naturaleza para la resiliencia
urbana en América Latina*



REVISTA LABVERDE

V. 11 – N° 1

LABVERDE - Laboratório VERDE
FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Dezembro 2021

ISSN: 2179-2275

Ficha Catalográfica

Serviço de Biblioteca e Informação da
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

REVISTA LABVERDE/Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Departamento de Projeto. LABVERDE - Laboratório Verde - v. 11, n.1 (2021) -. São Paulo: FAUUSP, 2021 -

Semestral

v.: cm.

v. 11, n. 1, dez. 2021

ISSN: 2179-2275

1. Arquitetura - Periódicos 2. Planejamento Ambiental 3. Desenho Ambiental
4. Sustentabilidade

I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.
Departamento de Projeto. LABVERDE. II. Título

CDD 712

Revista LABVERDE, V. 11, N° 1

LABVERDE - Laboratório Verde

Rua do Lago, 876 - Cidade Universitária, Bairro do Butantã

CEP: 05508-900 São Paulo-SP

Tel: (11) 3091-4535

e-mail: labverde@usp.br

Site: <www.revistas.usp.br/revistalabverde> SIBi USP

Revista LABVERDE

Dezembro - 2021

ISSN: 2179-2275

Edição Dossier LABVERDE #1 - Soluções baseadas na Natureza para a resiliência urbana na América Latina.

Universidade de São Paulo

Vahan Agopyan (Reitor)

Antonio Carlos Hernandez (Vice-Reitor)

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Ana Lucia Duarte Lanna (Diretora)

Eugenio Fernandes Queiroga (Vice-Diretor)

Editora convidada

Profa. Dra. Taícia Helena Negrin Marques

Professora Associada, Departamento de Ordenamiento Territorial y Construcción de la Facultad de Ingeniería Agrícola- Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Editora Responsável Revista LABVERDE

Profa. Dra. Maria de Assunção Ribeiro Franco

Grupo editorial LABVERDE

Laís Padilha Leite

Karina Andrade Mattos

Rizia Sales Carneiro

Juliana Maria de Souza Freitas

Diagramação e site

Rizia Sales Carneiro

Fotografia de capa

Taícia Helena Negrin Marques

Agradecimentos

Raúl Arnaldo Espinoza Villar (Diretor do Departamento de Ordenamiento Territorial y Construcción de la Facultad de Ingeniería Agrícola - Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú).

SUMÁRIO

006 EDITORIAL

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A RESILIÊNCIA URBANA NA AMÉRICA LATINA

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA RESILIENCIA URBANA EN AMÉRICA LATINA

NATURE-BASED SOLUTIONS FOR URBAN RESILIENCE IN LATIN AMERICA

Taícia Helena Negrin Marques, Maria de Assunção Ribeiro Franco

012 ARTIGO 1

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: CONCEITUAÇÃO, APLICABILIDADE E COMPLEXIDADE NO CONTEXTO LATINO-AMERICANO, CASOS DO BRASIL E PERU

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: CONCEPTUALIZACIÓN, APLICABILIDAD Y COMPLEJIDAD EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO, CASOS DEL BRASIL Y PERÚ

NATURE-BASED SOLUTIONS: CONCEPTUALIZATION, APPLICABILITY AND COMPLEXITY IN THE LATIN AMERICAN CONTEXT, CASES OF BRAZIL AND PERU

Taícia Helena Negrin Marques, Daniela Rizzi, Victor Ferraz, Cecilia Polacow Herzog

050 ARTIGO 2

LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: UN EJEMPLO EN LA CIUDAD DE SAN SALVADOR

AS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: UM EXEMPLO NA CIDADE DE SAN SALVADOR

THE NATURE-BASED SOLUTIONS: AN EXAMPLE IN THE CITY OF SAN SALVADOR

Leyla Zelaya Alegría

073 ARTIGO 3

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SBN) E DRENAGEM URBANA EM CIDADES LATINO-AMERICANAS

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SBN) Y DRENAJE URBANO EN CIUDADES LATINOAMERICANAS

NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS) AND URBAN DRAINAGE IN LATIN AMERICAN CITIES

Valéria Nagy de Oliveira Campos

095 ARTIGO 4

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: QUADRO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE SÃO PAULO POR CÉLULAS DE BIORRETENÇÃO

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA: CUADRO DE LA OCUPACIÓN DE LA CIUDAD DE SÃO PAULO POR CELDAS DE BIORRETENCIÓN

NATURE-BASED SOLUTIONS: FRAMEWORK OF BIORETENTION CELLS USAGE IN THE CITY OF SÃO PAULO

Maria Cristina Santana Pereira, Lucas Gobatti, Mariana Corrêa Soares, Brenda Chaves Coelho Leite, José Rodolfo Scarati Martins

121 ARTIGO 5

FLORESTA URBANA, SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E PAISAGEM: PLANEJAMENTO E PROJETO NA CIDADE DE SÃO CARLOS (SP)

BOSQUES URBANOS, SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y PAISAJE: PLANIFICACIÓN Y PROYECTO EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS (SP)

URBAN FOREST, NATURE-BASED SOLUTIONS AND LANDSCAPE: PLANNING AND PROJECT IN THE CITY OF SÃO CARLOS (SP)

Daniel Tonelli Caiche, Renata Bovo Peres, Luciana Bongiovanni Martins Schenk

150 ARTIGO 6

VALORAÇÃO MONETÁRIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA BASEADA NA MAGNITUDE DA COPA EM PIRACICABA/SP/BRASIL

VALORACIÓN MONETARIA DEL ARBOLADO URBANO SOBRE LA BASE DE LA MAGNITUD DE LA COPA EN PIRACICABA/SP/BRASIL

MONETARY VALUATION OF URBAN FORESTRY BASED ON THE MAGNITUDE OF THE CROWN IN PIRACICABA/SP/BRAZIL

Flávio Henrique Mendes, Hugo Romero, Antônio Manuel Saraiva Lopes, Maria de Assunção Ribeiro Franco, Demóstenes Ferreira da Silva Filho

171 ARTIGO 7

A PARTICIPAÇÃO DE COMUNIDADES EM PROJETOS COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA CIDADE DE SÃO PAULO: UM OLHAR ATRAVÉS DA JUSTIÇA AMBIENTAL.

LA PARTICIPACIÓN DE COMUNIDADES EN PROYECTOS CON SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA EN LA CIUDAD DE SÃO PAULO: UNA MIRADA A TRAVÉS DE LA JUSTICIA AMBIENTAL.

THE PARTICIPATION OF COMMUNITIES IN PROJECTS WITH NATURE-BASED SOLUTIONS IN THE CITY OF SÃO PAULO: A VIEW THROUGH ENVIRONMENTAL JUSTICE

Babette Fernandes Martins da Costa; Tatiana Sakurai

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A RESILIÊNCIA URBANA NA AMÉRICA LATINA

Apesar de ser um conceito emergente, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) vem ganhando visibilidade mundial na última década. De modo geral, o conceito propõe que os desafios relacionados ao meio ambiente, à biodiversidade e à sociedade deverão ser abordados de forma conjunta, a partir de soluções sinérgicas a estas problemáticas. Globalmente, o crescimento urbano segue tendencial, tornando as cidades um dos principais alvos de aplicação das SbN, na busca por ambientes mais resilientes e saudáveis para as pessoas e para a biodiversidade. Muitos dos países da América Latina e Caribe (LAC) já apresentam a grande maioria de sua população assentada em cidades e, embora existam problemáticas muito particulares a cada caso, compartilham desafios intrínsecos aos formatos de crescimento urbano intensos e conflitivos, juntamente a implicações climáticas, socioeconômicas e de gestão pública, que requerem estratégias articuladas e inter-escalares, objetivando a condição de resiliência urbana.

É neste sentido que o Dossier LABVERDE “Soluções baseadas na Natureza para a resiliência urbana na América Latina” abre um espaço único para a publicação de artigos científicos inéditos que possam colaborar para a compreensão, intercâmbio de informações, identificação de lacunas de conhecimento e desenvolvimento de perspectivas futuras sobre essa inovadora temática na região latino-americana. O primeiro volume do Dossier é composto por sete trabalhos que permeiam distintas nuances e escalas das SbN, desde sua definição conceitual, passando por casos de estudos aplicados e de valoração monetária. Tais estudos expressam uma disposição em vincular as SbN a conceitos que já vem sendo aplicados em cidades da LAC, tais como Infraestrutura Verde, Infraestrutura Natural e floresta urbana, variando suas escalas desde bacias hidrográficas a pequenas hortas urbanas, além de reconhecer técnicas ancestrais como parte das SbN. Os artigos são apresentados no idioma original dos autores, português ou espanhol, conforme segue.

O primeiro trabalho, de MARQUES, RIZZI, FERRAZ e HERZOG, traz um marco teórico chave para a compreensão do conceito SbN global e localmente, discutindo sua aplicabilidade no contexto latino-americano exemplificado por dois estudos de caso focados na Segurança Hídrica, um no Rio de Janeiro- Brasil e outro em Lima- Peru. Identifica então desafios, lacunas, lições aprendidas e sugere passos futuros que poderão contribuir com o desenvolvimento conceitual, o planejamento, a implementação e o escalamento das SbN na América Latina.

O trabalho de ZELAYA ALEGRÍA apresenta o processo de planejamento e instalação das SbN que vem sendo desenvolvido em uma sub-bacia piloto de San Salvador- El

Salvador (City Adapt- PNUMA). Expõe a importância de envolver grupos formados por distintos atores na avaliação da vulnerabilidade, percepção de risco, valoração de ecossistemas e sua vinculação com os modos de vida da população a fim de identificar quais tipologias de SbN melhor atendem às necessidades em distintas escalas da sub-bacia, relacionadas ao fornecimento e monitoramento de diferentes serviços ecossistêmicos.

CAMPOS, alinha conceito e aplicação das SbN focada na questão da drenagem urbana em grandes áreas metropolitanas a partir dos casos de São Paulo- Brasil e da cidade do México- México. Traz uma revisão bibliográfica e confronta a adoção das técnicas de SbN à falta de visão sistêmica na estrutura governamental e à inadequação do arranjo institucional responsável pelo setor.

Aprofundando o que vem sendo feito na cidade de São Paulo- Brasil como parte de uma recente estratégia municipal, PEREIRA et al. trazem uma perspectiva técnica sobre a instalação de células de biorretenção. Discutem o projeto, planejamento, considerações geográficas, monitoramento, manutenção e processos participativos de planejamento destas estruturas reconhecendo pontos positivos do replicar dessas tipologias de SbN como parte das soluções de drenagem pluvial na cidade.

CAICHE, PERES e SCHENK, apresentam o caso do município de São Carlos- Brasil, como uma experiência de planejamento de Floresta Urbana com base em SbN, que se estrutura a partir de um Sistema de Espaços Livres, moldado por bases legais.

MENDES et al. formulam um método de valoração monetária simplificado da arborização urbana, a partir de um levantamento feito na cidade de Piracicaba- Brasil, que poderá ser utilizado para auxiliar no planejamento, gestão e formulação de políticas públicas, e na proposta de formatos de pagamento por serviços ambientais urbanos.

Finalmente, MARTINS DA COSTA e SAKURAI, adotam a ótica da justiça ambiental somada às SbN a fim de investigar a relevância dos processos participativos relacionados à instalação e manutenção de hortas urbanas em periferias de São Paulo- Brasil, verificando sua pertinência para a diminuição de lacunas de acesso aos serviços ecossistêmicos.

A equipe editorial da Revista LABVERDE agradece o esforço dos autores e pareceristas, bem como, a preferência dos seus leitores neste primeiro Dossier, que comemora o 12º aniversário do Periódico.

Desejamos uma boa leitura a todos!

São Paulo & Lima, 14 de dezembro de 2021.

Taícia Helena Negrin Marques
DOT.C- FIA- UNALM
Editora convidada

Maria de Assunção Ribeiro Franco
**Editora responsável pela Revista
LABVERDE**

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA RESILIENCIA URBANA EN AMÉRICA LATINA

Apesar de ser un concepto emergente, las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) han ido ganando visibilidad mundial en la última década. En general, el concepto propone que los retos relacionados con el medio ambiente, la biodiversidad y la sociedad se aborden conjuntamente, basándose en soluciones sinérgicas a estos problemas. A nivel global, el crecimiento urbano sigue siendo una tendencia, lo que convierte a las ciudades en una de las principales zonas de aplicación de la SbN en la búsqueda de entornos más resistentes y saludables para las personas y la biodiversidad. Muchos países de América Latina y el Caribe (LAC) ya tienen la gran mayoría de su población asentada en ciudades y, aunque hay problemas muy particulares en cada caso, comparten desafíos intrínsecos a los formatos de crecimiento urbano intenso y conflictivo, junto con implicaciones climáticas, socioeconómicas y de gestión pública, que requieren estrategias articuladas e interescalares, que apunten a la condición de resiliencia urbana.

Es en este sentido que el Dossier LABVERDE "Soluciones basadas en la Naturaleza para la resiliencia urbana en América Latina" abre un espacio único para la publicación de artículos científicos inéditos que puedan contribuir a la comprensión, el intercambio de información, la identificación de brechas de conocimiento y el desarrollo de perspectivas futuras sobre este tema innovador en la región latinoamericana. El primer volumen del Dossier está compuesto por siete trabajos que abarcan diferentes matices y escalas de la SbN, desde su definición conceptual, hasta casos de estudios aplicados y valoración monetaria. Estos estudios expresan la propensión a vincular las SbN a conceptos que ya se están aplicando en las ciudades de LAC, como la Infraestructura Verde, la Infraestructura Natural y el bosque urbano, variando la escala desde las cuencas hidrográficas hasta los pequeños huertos urbanos, además de reconocer técnicas ancestrales como parte de la SbN. Los artículos se presentan en el idioma original de los autores, el portugués o el español, como se indica a continuación.

El primer trabajo, de MARQUES, RIZZI, FERRAZ y HERZOG, aporta un marco teórico clave para la comprensión del concepto de SbN a nivel global y local, discutiendo su aplicabilidad en el contexto latinoamericano ejemplificado por dos estudios de caso centrados en la Seguridad Hídrica, uno en Río de Janeiro- Brasil y otro en Lima-Perú. A continuación, se identifican los retos, las brechas, las lecciones aprendidas y se sugieren los pasos futuros que podrían contribuir al desarrollo conceptual, la planificación, la implementación y la ampliación de las SbN en América Latina.

El trabajo de ZELAYA ALEGRÍA presenta el proceso de planificación e instalación de las SbN que se está desarrollando en una subcuenca piloto de San Salvador - El

Salvador (City Adapt- PNUMA). Expone la importancia de involucrar a grupos formados por diferentes actores en la evaluación de la vulnerabilidad, la percepción del riesgo, la valoración de los ecosistemas y su vinculación con los estilos de vida de la población para identificar qué tipologías de SbN responden mejor a las necesidades a diferentes escalas de la subcuenca, relacionadas con la provisión y monitoreo de diferentes servicios ecosistémicos.

CAMPOS, alinea el concepto y la aplicación de las SbN enfocando a la problemática del drenaje urbano en grandes áreas metropolitanas a partir de los casos de São Paulo-Brasil y Ciudad de México-México. Aporta una revisión bibliográfica y confronta la adopción de las técnicas de SbN a la falta de visión sistémica en la estructura gubernamental y a la insuficiencia del arreglo institucional responsable del sector.

Profundizando en lo que se está haciendo en la ciudad de São Paulo- Brasil como parte de una reciente estrategia municipal, PEREIRA et al. aportan una perspectiva técnica sobre la instalación de celdas de biorretención. Se discuten el diseño, la planificación, las consideraciones geográficas, el monitoreo, el mantenimiento y los procesos de planificación participativa de estas estructuras, reconociendo los puntos positivos de la réplica de estas tipologías de SbN como parte de las soluciones de drenaje pluvial de la ciudad.

CAICHE, PERES y SCHENK, presentan el caso del municipio de São Carlos- Brasil, como una experiencia de planificación de Bosques Urbanos basada en SbN, que se estructura a partir de un Sistema de Espacios Libres, conformado por bases legales.

MENDES et al. formulan un método simplificado de valoración monetaria de la forestación urbana, basado en un estudio realizado en la ciudad de Piracicaba - Brasil, que puede ser utilizado para ayudar en la planificación, gestión y formulación de políticas públicas, y en la propuesta de formatos de pago por servicios ambientales urbanos.

Finalmente, MARTINS DA COSTA y SAKURAI, adoptan la óptica de la justicia ambiental sumada a las SbN para investigar la relevancia de los procesos participativos relacionados con la instalación y mantenimiento de huertos urbanos en las periferias de São Paulo- Brasil, verificando su relevancia para la reducción de las brechas de acceso a los servicios ecosistémicos.

El equipo editorial de la Revista LABVERDE agradece el esfuerzo de los autores y revisores, así como, la preferencia de sus lectores en este primer Dossier, que celebra el 12º aniversario de la Revista.

¡Deseamos una buena lectura a todos!

São Paulo & Lima, 14 de diciembre de 2021.

Taícia Helena Negrin Marques
DOT.C- FIA- UNALM
Editora invitada

Maria de Assunção Ribeiro Franco
**Editora responsable por la Revista
LABVERDE**

NATURE-BASED SOLUTIONS FOR URBAN RESILIENCE IN LATIN AMERICA

Despite being an emerging concept, Nature-based Solutions (NbS) has been gaining global visibility in the last decade. In general, the concept proposes that challenges related to the environment, biodiversity and society should be addressed jointly, based on synergistic solutions to these issues. Globally, urban growth is on a trend, making cities one of the main targets for the application of NbS, in the search for more resilient and healthy environments for people and biodiversity. Many countries in Latin America and the Caribbean (LAC) already have the vast majority of their population settled in cities and, although there are very particular problems in each case, they share challenges intrinsic to the intense and conflictive urban growth formats, along with climatic, socioeconomic and public management implications, which require articulated and inter-scalar strategies, aiming at the condition of urban resilience.

It is in this sense that the Dossier LABVERDE "Nature-based Solutions for urban resilience in Latin America" opens a unique space for the sharing of unpublished scientific articles that can contribute to the understanding, exchange of information, identification of knowledge gaps and development of future perspectives on this innovative topic in the Latin American region. The first volume of the Dossier is composed of seven papers covering different nuances and scales of the NbS, from its conceptual definition to applied case studies and monetary valuation. These studies express the propensity to link NbS to concepts that are already being applied in LAC cities, such as Green Infrastructure, Natural Infrastructure and urban forest, varying the scale from watersheds to small urban vegetable gardens besides to recognize ancestral techniques as part of NbS. The articles are presented in the authors' original language, Portuguese or Spanish, as indicated below.

The first work, by MARQUES, RIZZI, FERRAZ and HERZOG, brings a key theoretical framework for understanding the NbS concept globally and locally, discussing its applicability in the Latin American context exemplified by two case studies focused on Water Security, one in Rio de Janeiro- Brazil and another in Lima- Peru. It then identifies challenges, knowledge gaps, lessons learned, and suggests future steps that could contribute to the conceptual development, planning, implementation, and scaling up of NbS in Latin America.

ZELAYA ALEGRÍA's work presents the process of planning and installation of NbS that is being developed in a pilot sub-basin of San Salvador- El Salvador (City Adapt- PNUMA). It exposes the importance of involving groups formed by different

actors in the assessment of vulnerability, risk perception, valuation of ecosystems and their linkage with the lifestyles of the population in order to identify which typologies of NbS best meet the needs at different scales of the sub-basin, related to the provision and monitoring of different ecosystem services.

CAMPOS, aligns the concept and application of NbS focusing on the problem of urban drainage in large metropolitan areas based on the cases of São Paulo-Brazil and Mexico City-Mexico. It provides a literature review and confronts the adoption of NbS techniques with the lack of systemic vision in the governmental structure and the inadequacy of the institutional arrangement responsible for the sector.

In-depth analysis of what is being done in the city of São Paulo- Brazil, as part of a recent municipal strategy, PEREIRA et al. provide a technical perspective on the installation of bioretention cells. They discuss the design, planning, geographical considerations, monitoring, maintenance, and participatory planning processes of these structures, recognizing the positive goals of replicating these NbS typologies as part of the city's stormwater drainage solutions.

CAICHE, PERES and SCHENK, present the case of the municipality of São Carlos-Brazil, as an experience of Urban Forest planning based on NbS, which is structured from a System of Open Spaces, shaped by legal bases.

MENDES et al. formulate a simplified monetary valuation method of urban afforestation, based on a study done in the city of Piracicaba - Brazil, which can be used to assist in planning, management and formulation of public policies, and in the proposal of formats of payments for environmental services in urban areas.

Finally, MARTINS DA COSTA and SAKURAI, adopt the optics of environmental justice related to NbS to investigate the relevance of participatory processes related to the installation and maintenance of urban vegetable gardens in the peripheries of São Paulo- Brazil, verifying its relevance to reduce the gaps in accessing ecosystem services.

The editorial team of LABVERDE Journal thanks the effort of the authors and reviewers, as well as the preference of its readers for this first Dossier, which celebrates the 12th anniversary of the Journal.

We wish everyone a good reading!

São Paulo & Lima, December 14, 2021

Taícia Helena Negrin Marques
DOT.C- FIA- UNALM
Guest editor

Maria de Assunção Ribeiro Franco
LABVERDE Journal editor

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

CONCEITUAÇÃO, APLICABILIDADE E COMPLEXIDADE NO CONTEXTO LATINO-AMERICANO, CASOS DO BRASIL E PERU

Taícia Helena Negrin Marques

Daniela Rizzi

Victor Ferraz

Cecilia Polacow Herzog

RESUMO

O presente artigo se desenvolve a partir da sugestão de perguntas-chave sobre as Soluções baseadas na Natureza (SbN) e sua aplicabilidade no contexto latino-americano. Faz uma revisão bibliográfica e uma investigação temporal do termo com o objetivo de apresentar como as SbN vêm sendo conceitualizadas globalmente, refletindo sobre como vêm sendo compreendidas e aplicadas na América Latina. Ao apresentar dois estudos de caso, um no Brasil e outro no Peru, o artigo não apenas delinea uma reflexão sobre as SbN no contexto latino-americano, mas evidencia lacunas, lições aprendidas e sugere passos futuros que poderão contribuir com o desenvolvimento conceitual, o planejamento, a implementação e escalamento das SbN na região.

Palavras-chave

Soluções baseadas na Natureza; América-Latina; Resiliência; Adaptação; Segurança Hídrica; Mudanças Climáticas.

SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA:

CONCEPTUALIZACIÓN, APLICABILIDAD Y COMPLEJIDAD EN EL CONTEXTO LATINOAMERICANO, CASOS DEL BRASIL Y PERÚ

Taícia Helena Negrin Marques

Daniela Rizzi

Victor Ferraz

Cecilia Polacow Herzog

RESUMEN

El manuscrito se basa en la sugerencia de preguntas clave sobre Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) y su aplicabilidad en el contexto latinoamericano. Se realiza una revisión bibliográfica y una investigación temporal del término con el fin de presentar cómo se han conceptualizado globalmente las SbN, reflexionando sobre cómo se han entendido y aplicado en América Latina. Al presentar dos estudios de caso, uno en Brasil y otro en Perú, el artículo no solo esboza una reflexión sobre las SbN en el contexto latinoamericano, sino que destaca brechas, lecciones aprendidas y sugiere pasos futuros que podrían contribuir al desarrollo conceptual, la planificación, implementación y escalamiento de las SbN en la región.

Palabras-clave:

Soluciones basadas en la Naturaleza; América-Latina; Resiliencia; Adaptación; Seguridad Hídrica; Cambios Climáticos.

NATURE-BASED SOLUTIONS: CONCEPTUALIZATION, APPLICABILITY AND COMPLEXITY IN THE LATIN AMERICAN CONTEXT, CASES OF BRAZIL AND PERU

Taícia Helena Negrin Marques
Daniela Rizzi
Victor Ferraz
Cecilia Polacow Herzog

ABSTRACT

The article is built on the suggestion of key questions about Nature-based Solutions (NbS) and their applicability in the Latin American context. It carries out a bibliographical review and a temporal investigation of the term in order to present how the NbS have been conceptualized globally, reflecting on how it have been understood and applied in Latin America. By presenting two case studies, one in Brazil and another in Peru, the article not only outlines a reflection on the NbS in the Latin American context, but highlights knowledge gaps, lessons learned and suggests future steps that could contribute to the conceptual development, planning, implementation and scaling NbS in the region.

Keywords:

Nature-based Solutions; Latin America; Resilience; Adaptation; Water Security; Climate Change.

INTRODUÇÃO

Como enfrentar os maiores desafios globais deste século: perda de biodiversidade e mudança climática? Como sensibilizar os tomadores de decisão para o potencial das Soluções baseadas na Natureza (SbN) para as questões do clima, da natureza e da degradação do solo e investigar potenciais benefícios? Tradicionalmente as cidades foram planejadas de modo desarticulado dos sistemas naturais ou rurais. Os recortes da paisagem foram muitas vezes realizados sem levar em conta critérios de ocupação do solo alinhados com políticas de conservação e preservação da natureza. Em muitos casos, os territórios urbanos e periurbanos foram alvos de normativas e regulamentações próprias, as vezes contraditórias e paradoxais entre si. Tal paradigma vem marcando as discussões a respeito do crescimento urbano praticamente desde o início da expansão das cidades europeias, relacionado à revolução industrial. Desde então, propostas de integração, ou reintegração da natureza às zonas urbanas para solucionar problemas como, a poluição e a contaminação ambiental que impactam diretamente a qualidade de vida vêm sendo discutidas (Pauleit et al., 2017) e podem remeter a discursos acadêmicos e provenientes da prática de arquitetos da paisagem, urbanistas e ecólogos urbanos, tais como Patrick Geddes (*Ecologia Urbana*, século 19), Frederick Law Olmsted (*Sistema de parques*, século 19), Ebenezer Howard (*Cidade Jardim*, 1902), Ian McHarg (*Desenho com a Natureza*, 1969), Anne W. Spirn (*Jardim de granito*, 1984), Michael Hough (*Natureza e Cidade*, 1998) e Jack Ahern (*Infraestrutura Verde para cidades*, 2007).

Falar de SbN, portanto, não seria algo realmente novo. Porém, o conceito vem ganhando força em seu pouco tempo de existência e sua aceitação, entre outras razões, pode ser associada ao próprio jogo de palavras que o compõe, facilmente reconhecidas pelo público geral (Cohen-Shacham et al., 2019). Outro ponto em favor às SbN se relaciona ao modo como o conceito foi cunhado, um termo guarda-chuva verdadeiramente abrangente, que reconhece inúmeros enfoques ecossistêmicos já existentes e aplicados globalmente, tais como Infraestrutura Verde (IV), Infraestrutura Natural (IN) e Adaptação baseada em Ecossistema (AbE), além de técnicas de drenagem sustentável que vem emulando processos naturais em áreas urbanas (Escobedo et al., 2019; Eisenberg et al., 2018; Ruangpan et al., 2020).

O persistente dinamismo terminológico das SbN segue abrindo espaço para muitas interpretações e aplicações. Com a chegada do conceito na América Latina há cerca de 5 anos, e tendo ganhado maior impulso para aplicação urbana a partir de 2020, várias perguntas estão abertas à discussão. É nesse sentido que o presente artigo faz primeiramente uma conceituação do termo, seguido de sua contextualização na América Latina, onde reconhece sua aplicabilidade assim como a complexi-

dade representada por algumas lacunas, barreiras e oportunidades. A partir desse exercício, é possível propor respostas iniciais a perguntas recorrentes, tais como: Qual a diferença entre soluções baseadas, inspiradas, derivadas e/ou apoiadas na natureza? Como saber quando uma área verde pode ser considerada SbN? Tipologias da drenagem sustentável como os pavimentos permeáveis, são SbN? No contexto latino-americano, caberá também discutir se as definições elaboradas a partir de experiências em outros climas e contextos socioeconômicos e políticos são válidas para aplicação em países da região.

Finalmente, o artigo apresenta dois estudos de caso provenientes do Peru e do Brasil e focados na segurança hídrica¹ de áreas metropolitanas importantes dos dois países, como forma de ilustrar como as SbN vem sendo compreendidas, planejadas, aplicadas e geridas no contexto latino-americano. A abordagem recai sobre um dos problemas-chave globalmente, que é entender como a abordagem abrangente das SbN pode responder sinergicamente aos desafios climáticos, de biodiversidade e da sociedade, enfrentados na escala urbana e relacionados às escalas de paisagem.

LINHA DO TEMPO CONCEITUAL E DEFINIÇÕES MAIS DIFUNDIDAS

SbN é um conceito recente que surgiu no início do século 21 e vem ganhando destaque, principalmente no cenário pós-pandemia COVID-19, no qual a percepção da importância da natureza tem aumentado. O termo foi utilizado pela primeira vez no final da primeira década de 2000 numa publicação do Banco Mundial intitulada "Biodiversidade, Mudança Climática e Adaptação: Soluções Baseadas na Natureza" contextualizada à busca por soluções para a adaptação e mitigação às mudanças climáticas, protegendo a biodiversidade e melhorando os meios de subsistência sustentáveis. Em 2009, a União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) refere-se às SbN em um documento de posicionamento para a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima na Conferência das Partes, UNFCCC COP15. Em 2012, a UICN lançou o seu Programa de Trabalho 2013-2016 no qual elege o termo como uma das três áreas de foco e lança três resoluções que mencionam as SbN. Em paralelo, a partir de 2013, a Comissão Europeia (CE) passa a dedicar atenção particular às SbN através de consultas e diálogos para tornar o conceito mais concreto, posicionando-o no espectro das abordagens baseadas em ecossistemas (Favre et. al, 2017).

Em 2014, na Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica, CBD COP12, a Decisão XII/9.5 é lançada incentivando go-

1. Segurança Hídrica pode ser definida como "A capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, para garantir a proteção contra a poluição transmitida pela água e desastres relacionados à água, e para preservar os ecossistemas num clima de paz e estabilidade política." (ONU, 2013, disponível em: <<https://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>>. Acessado em 02/11/2021).

vernos subnacionais e locais a promoverem as SbN. No mesmo ano, a CE cria um grupo de peritos para conduzir uma análise mais aprofundada do conceito e elaborar recomendações para fomentar o seu uso a fim de difundir a abordagem de trazer a natureza de volta às cidades. No ano seguinte, a CE realiza uma pesquisa sobre as visões e percepções dos cidadãos europeus sobre a natureza nas cidades, culminando na publicação "Por uma agenda de política públicas de pesquisa e inovação da União Europeia para soluções baseadas na natureza e renaturalização de cidades, relatório final do Horizonte 2020". Nesta publicação de 2015, o termo é definido pela comissão (Quadro 1). Norteadada por uma política de pesquisa e inovação (P&I) dos desafios em cidades e buscando alternativas para o enfrentamento sob uma nova perspectiva, a CE tem investido, através da publicação contínua de inúmeras chamadas, numa série de projetos de pesquisa e demonstrações para fortalecer as evidências científicas e experimentais das SbN e identificar boas práticas por meio do programa Horizonte 2020 (H2020). Até abril de 2020, 28 projetos foram financiados com consórcios envolvendo universidades, governos locais, empresas, entidades não-governamentais e institutos tecnológicos totalizando aproximadamente 250 milhões de Euros, envolvendo a implementação de projetos demonstrativos e de pesquisa em mais de 100 cidades ao redor do mundo (EC, 2020a).

Também em 2015, o Acordo de Paris, embora não faça referência explícita às SbN, menciona no Artigo 5: "As partes devem tomar medidas para conservar e, se apropriado, reforçar os sumidouros e reservatórios de gases de efeito estufa, conforme referido no Artigo 4, parágrafo 1 (d), incluindo florestas". Em 2016, a UICN define formalmente o termo, na Resolução 069 (Quadro 1), lançada no World Conservation Congress, propondo um guarda-chuva conceitual a partir da indicação de categorias específicas onde estariam agrupadas distintas abordagens ecossistêmicas que já vem sendo utilizadas (UICN, 2016; Cohen-Shacham et al, 2016). A organização propõe desafios sociais aos quais as SbN deveriam atender enquanto beneficiam a biodiversidade (segurança hídrica, segurança alimentar, mudanças climáticas, saúde e bem-estar, desenvolvimento econômico e social e desastres naturais) (Quadro 2).

Definições de SbN

Segundo a CE, soluções baseadas na natureza “são soluções inspiradas e apoiadas pela natureza, econômicas, que fornecem simultaneamente benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a promover resiliência. Tais soluções trazem mais natureza e um maior número de elementos e processos naturais para as cidades, paisagens rurais e marinhas, além de mais diversificadas, por meio de intervenções adaptadas localmente, eficientes em termos de recursos e sistêmicas. Soluções baseadas na natureza devem, portanto, beneficiar a biodiversidade e apoiar a entrega de uma gama de serviços ecossistêmicos.” (EC, 2015).

Segundo a UICN, trata-se de “ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, enquanto simultaneamente proporcionam o bem-estar humano e benefícios da biodiversidade” (Cohen-Shacham et. al, 2016).

QUADRO 1: Principais definições de Soluções baseadas na Natureza. Fonte: Elaboração própria.

No ano seguinte, 2017, um Programa de Soluções Baseadas na Natureza é lançado pelo Banco Mundial, visando fomentar a adoção do conceito em projetos de manejo de águas e de gestão de risco de desastres. Em 2018, na Reunião dos Ministros do Meio Ambiente do G7, delineou-se a importância das SbN (por exemplo, no contexto de mecanismos de financiamento inovadores tais como os de seguros de risco). No mesmo ano é publicado o “Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: SbN para gestão da água” com o fim de melhorar a gestão dos recursos hídricos, alcançar a segurança hídrica para todos e contribuir para aspectos-chave do desenvolvimento sustentável. Considerando o cenário da América Latina, também em 2018, um evento dos “Diálogos Setoriais Brasil - União Europeia” reúne especialistas em SbN em Brasília. Neste evento é lançado o Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis (OICS) no âmbito do projeto CiTInova, com SbN como um dos pilares; e também o programa UrbanByNature para a audiência brasileira pelo ICLEI- Governos Locais para a Sustentabilidade (ICLEI), através do projeto Connecting Nature.

No ano seguinte, em 2019, é lançada uma publicação focada em conceituar, difundir e apresentar casos no Brasil e na Europa (Herzog e Rozado, 2019), além de também discutir estratégias e ferramentas de implementação a fim de facilitar a adoção de SbN no Brasil. No mesmo ano, a Avaliação Global da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, realizada pela Plataforma Intergovernamental Científica e Política sobre a Biodiversidade e os Serviços Ecossistêmicos (IPBES) foi publicada estimando que as SbN, com salvaguardas, podem fornecer 37% da mitigação de mudanças climáticas, sendo ainda soluções custo-efeti-

vas no cumprimento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) urbanos. Durante a CBD COP14 de 2019, a Decisão 14/1 menciona as SbN:

“Promover o investimento no desenvolvimento e uso de SbN para enfrentar os desafios sociais, inclusive por meio da restauração de ecossistemas e da reabilitação de sistemas agrícolas, adaptação e mitigação baseadas em ecossistemas e abordagens baseadas em ecossistemas para redução de risco de desastres.”

A UNFCCC COP 25 dá visibilidade ao conceito por meio de eventos laterais e publicações. No mesmo ano, além do Climate Action Summit de Nova Iorque ter as SbN como um dos seis principais eixos de trabalho da cúpula, o “Manifesto sobre SbN” é lançado. Ao fim de 2019, a Comissão Europeia publica o Pacto Verde Europeu (EC, 2019) fazendo referência às SbN para atingir melhorias duradouras e em prol da adaptação às alterações climáticas, destacando a necessidade de investimentos em SbN (públicos e privados).

No ano de 2020, a Estratégia 2030 de Biodiversidade da União Europeia é lançada (EC, 2020b), fazendo onze menções ao termo SbN, colocando-as como essenciais para a redução de emissões, adaptação climática e destacando que devem ser integradas ao planejamento urbano. No mesmo ano, reconhecendo a importância de definir princípios-chave a fim de guiar os processos de verificação, desenho e aplicação das SbN, a UICN lança, após uma larga consulta com mais de 800 peritos no tema, o Padrão Global de SbN com 8 princípios (e 28 indicadores), sendo: 1. Respondem eficazmente aos desafios sociais; 2. Têm desenho adaptado à dimensão (biofísica ou geográfica, sistemas econômicos, marcos normativos e perspectivas culturais.); 3. Garantem o ganho real de biodiversidade e integridade dos ecossistemas; 4. São economicamente viáveis; 5. São baseadas em processos de governança inclusivos, transparentes e empoderadores; 6. Oferecem um equilíbrio justo entre realizações de seus objetivos principais e a oferta constante de múltiplos benefícios; 7. São geridas de forma adaptativa com base em dados; e 8. São sustentáveis e integradas a um contexto jurisdicional adequado (UICN, 2020a).

Na “Declaração dos Líderes de Riyadh” do G20, o Parágrafo 32 reconhece a importância das SbN. O Draft Zero (esboço) do Quadro Global da Biodiversidade Pós-2020 é publicado pelo CBD fazendo referências às SbN em duas metas de ação (N °7 e n °10). No cenário Latino-Americano, a Aliança Bioconexão Urbana é lançada, formada por diversas organizações sem fins lucrativos — Fundação Grupo Boticário, ICLEI América do Sul, The Nature Conservancy (TNC), World Resources Institute (WRI sede Brasil), Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Pacto Global, Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

(PBMC) e a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmico (BPBES) — que atuam com o tema de SbN no Brasil com o objetivo de desenhar soluções compartilhadas que subsidiem a elaboração de políticas públicas e aumentem o investimento em SBN para tornar as cidades mais resilientes aos impactos das mudanças climáticas.

No ano de 2021, marca-se o início da utilização do termo em políticas públicas no Peru, reconhecida como parte do “Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas: um insumo para a atualização da Estratégia Nacional frente às Mudanças Climáticas”, até 2050 (Resolução ministerial N° 096 -2021-MINAM) e no “Plano Local de Mudança Climática da província de Lima 2021-2030” (PLCC-Lima, MML, 2021).

Também em 2021, o CBD lança primeiramente o “*Draft Zero* do Quadro Global da Biodiversidade Pós-2020”, fazendo referências às SbN em duas metas de ação (N°7 e n°10); e na publicação do “*Draft Um*” faz referências a um plano ambicioso para implementar amplas ações de base para promover uma transformação na relação da sociedade com a biodiversidade e para garantir que seja cumprida, até 2050, a visão compartilhada de viver em harmonia com a natureza. Também em 2021, a CE lança o Novo Programa-Quadro Horizonte Europa (2021-2027) de apoio à P&I, dotado de um orçamento total superior a 95 bilhões de euros, incluindo proeminentemente as SbN (no Cluster 6, em outros clusters e missões). A organização também lança sua visão das SbN como um guarda-chuva conceitual, apresentando quatro dimensões e os termos vinculados a elas, disponíveis no “Manual para Praticantes: Avaliando o Impacto de Soluções baseadas na Natureza” (Quadro 2). Em 2021, anuncia-se um programa de certificação profissional para especialistas do Padrão Global de SbN da UICN. A linha do tempo descrita acima pode ser visualizada na Figura 1.

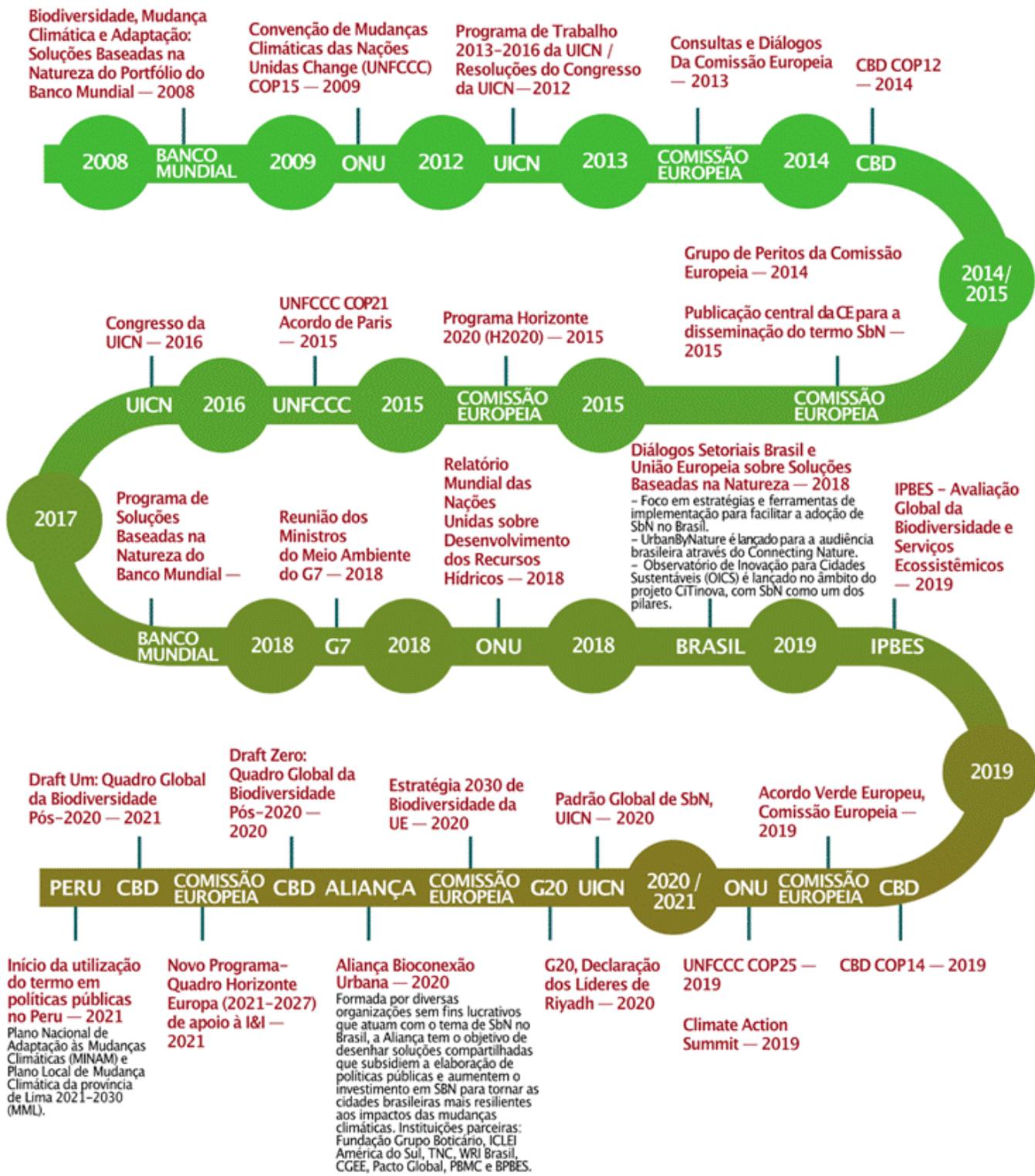


FIGURA 1. Adoção do termo SbN por organizações internacionais ao longo do tempo. Fonte: Elaboração própria a partir de “State of Finance for Nature” (United Nations Environment Programme, 2021).

	Restauração	Tema-específico	Infraestrutura	Gestão	Proteção
UICN	Restauração Ecológica (RE)	Adaptação baseada em Ecossistema (AbE)	Infraestrutura Verde (IV)	Gestão integrada de áreas costeiras	Áreas protegidas e Outras Medidas Efetivas de Conservação baseadas em área (OMECE)
	Engenharia Ecológica (EE)	Mitigação baseada em ecossistema (MbE)			
	Restauração de paisagens Florestais (RPF)	Serviços de adaptação ao clima (SAC)	Infraestrutura Natural (IN)	Gestão integrada dos recursos hídricos	
		Redução de riscos de desastre baseado em Ecossistema (Eco-RRD)			
CE	Dimensão estratégica	Dimensão de planejamento espacial	Dimensão de engenharia "soft"	Dimensão de desempenho	
	Adaptação baseada em Ecossistema (AbE)	Infraestrutura Verde (IV)	Sistemas de drenagem urbana sustentável (SuDS)	Serviços Ecossistêmicos (SE)	
	Redução de riscos de desastre baseado em Ecossistema (Eco-RRD)	Infraestrutura Azul (IA)	Engenharia ecológica (EE)		
		Infraestrutura Verde- Azul (IVA)	Melhores práticas de manejo (BMP)		

QUADRO 2. Conceito guarda-chuva segundo a UICN e a Comissão Europeia. Fonte: Elaboração própria a partir de Cohen-Shacham et. al (2016) e do "Manual para Praticantes: Avaliando o Impacto de Soluções baseadas na Natureza" (EC, 2021).

Em geral, os conceitos abordados pela CE têm uma variação de escalas de atuação maior, entre o urbano e o territorial, do que aqueles usados pela UICN, os quais são mais focados em escalas amplas do território ou em paisagens naturais, com menor ênfase em cidades.

O grande impulso dado às SbN, tanto pela CE quanto pela UICN, repercute na utilização global das definições propostas. Ambas reconhecem que as SbN devem fornecer benefícios relacionados ao bem-estar humano e à biodiversidade de modo simultâneo e que as SbN poderão ser instaladas em associação a outras tecnologias cinzas e mais convencionais. No entanto, é possível posicionar a proposta europeia como sendo mais relacionada às cidades (Pauleit et al., 2017) e com o intuito de gerar resiliência através de medidas de adaptação dessas áreas às mudanças climáticas.

Já a proposta da UICN associa as cidades às escalas da paisagem e considera as relações de dependência dessas áreas urbanas às suas áreas provedoras de Serviços Ecossistêmicos (SE) (Cohen-Shacham et al., 2019), propondo que as cidades sejam pensadas em articulação às suas áreas de fornecedoras de recursos e assumam também um papel de fornecedoras de SE, e não somente de consumidoras. Ambas as instituições afirmam que a utilização de SbN pode ter um ou mais desafios como ponto de partida, no entanto, uma intervenção deve proporcionar múltiplos benefícios (co-benefícios) e colaborar para o enfrentamento de vários problemas simultaneamente. No caso urbano, por exemplo, um planejamento integral poderia relacionar diretamente as infraestruturas de mobilidade com a ampliação de áreas verdes e cobertura vegetal, drenagem sustentável e as questões de equidade social.

As SbN deverão ser necessariamente projetadas a partir de formatos multidisciplinares a fim de congregarem distintos atores, setores e de modo a abranger diversas áreas do conhecimento, além de integrar a dimensão cultural e envolver comunidades locais, considerando modelos de

co-criação e governança, essenciais para a sustentabilidade das ações em médio e longo prazos. Esse também é um dos grandes desafios, principalmente quando as propostas abrangem escalas variadas e setores e atores que normalmente não estão acostumados a cooperar.

Soluções baseadas, inspiradas, derivadas ou apoiadas na natureza?

Com as diferentes concepções do termo de SbN e sua crescente utilização por diversos atores, também é importante especificar quais intervenções podem ou não ser consideradas SbN. Para a UICN, as SbN são aquelas que aproveitam ou potencializam o funcionamento dos ecossistemas para resolver distintos desafios sociais, podendo estar relacionadas às áreas naturais existentes, à restauração ou manejo dos ecossistemas ou à criação de novos ecossistemas (Eggermont et al., 2015).

A organização reconhece que, quando focamos na utilização das SbN para enfrentar as mudanças climáticas, principalmente se quisermos manter o aumento da temperatura terrestre no limiar de 1,5o C como menciona o último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), serão necessárias soluções baseadas, inspiradas e derivadas da natureza, além de estratégias de redução efetivas de emissões de gases do efeito estufa devido à utilização de combustíveis fósseis (UICN, 2020b). Já a Comissão Europeia propõe que as SbN incorporem tanto ações baseadas, quanto inspiradas ou apoiadas na natureza, reconhecendo que sistemas desenhados pelo homem, tais como paredes verdes, poderão ser uma SbN desde que compreendam processos ecossistêmicos. Em comum, as duas definições reforçam que, para uma solução ser considerada SbN é necessária a promoção de múltiplos benefícios à sociedade e aumento de biodiversidade. Desse modo, especulamos que, se queremos saber se uma determinada área verde é ou não uma SbN, podemos começar perguntando: "Favorece simultaneamente a biodiversidade e a sociedade? Promove múltiplos benefícios à biodiversidade e à sociedade?". Nossa hipótese é que, com estas duas perguntas respondidas, também será possível responder questionamentos como: "Tipologias da drenagem sustentável como os pavimentos permeáveis, são SbN?" Não, não são, pois não aportam à biodiversidade, mas poderão ser soluções construtivas muito bem integradas às SbN ao contribuírem para o ciclo hidrológico de um dado contexto urbano.

Também pontuamos que, dependendo do contexto e de como é implementada, uma mesma técnica pode ou não ser considerada SbN. Por exemplo, os telhados verdes e jardins verticais podem ser construídos estritamente com o objetivo estético e usar apenas uma ou

poucas espécies de plantas, sem que haja uma contribuição explícita à biodiversidade e à oferta de distintos co-benefícios, o que os torna pouco resistentes e resilientes a eventos climáticos de distintas intensidades. Por outro lado, uma abordagem coordenada, multi-escalar e multipropósito, que direcione a instalação dos telhados e paredes verdes em uma determinada cidade, poderá ser proposta a partir da definição de metas e indicadores claros, por exemplo para a redução das temperaturas urbanas, e entre seus co-benefícios a qualidade de vida das pessoas e o aumento da biodiversidade. Desse modo, fomenta uma abordagem alinhada ao conceito de SbN que pode ser muito bem acomodada a escala edilícia enquanto oferecem benefícios a escalas de impacto mais amplas que aportam à resiliência urbana frente às mudanças climáticas. Dessa forma, para o rigor do termo, a definição de indicadores de SbN e o monitoramento dos mesmos é crucial, e poderão diferenciar uma área verde genérica de uma que oferece múltiplos benefícios.

AS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NO CONTEXTO LATINO-AMERICANO: LACUNAS E OPORTUNIDADES

O termo SbN foi originalmente cunhado em países com climas e realidades socioeconômicas, ambientais e políticas muito distintas daquelas encontradas nos países do Sul global, onde se incluem a América Latina e o Caribe, e, portanto, a implementação de SbN pode soar muito distante nestes contextos. O fator social, como o conhecemos em sua complexidade latino-americana, dificilmente pode encontrar representatividade nos projetos de SbN aplicados no continente europeu. Embora ainda sejam escassas as publicações científicas que reflitam a aplicação das SbN no contexto sul-americano, considerando que o continente tem adotado o termo há relativamente pouco tempo, uma revisão bibliográfica de literatura científica sobre o termo 'Infraestrutura Verde' (IV) na América Latina foi realizado por Breen et al. (2020) indicando que:

“O contexto latino-americano oferece desafios e forma prioridades para a gestão ambiental, fatores que incluem urbanização rápida, privatização extrema, alta desigualdade socioespacial, escassez de água e falta de eliminação adequada de resíduos” (Tradução própria a partir de Breen et al, 2020, p. 2).

Em contraponto, no contexto europeu, é possível encontrar uma série de revisões quantitativas e qualitativas sobre IV urbana, especialmente

quanto ao fornecimento de SE (Tzoulas et al., 2007; Haase et al., 2014; Molla, 2014). No entanto, análises abrangentes da gestão de IV ainda são raras em uma escala global e especialmente no Sul Global, apesar dessas áreas serem as mais urbanizadas do planeta e concentrarem alguns dos biomas considerados hotspots da biodiversidade e das áreas naturais mais sensíveis aos impactos das mudanças climáticas (Heinrichs et al., 2009; Vásquez et al., 2019).

Outro ponto relevante relaciona a escala urbana a outras de impacto mais amplo, considerando a escala global e os modos de consumo do mundo globalizado. Muitos países consumidores dependem da importação de matéria prima e de alimentos de base, o que sobrecarrega os sistemas produtivos dos países fornecedores, especialmente localizados no Sul Global. Para atender às demandas de exportação, muitas vezes esses últimos países adotam políticas de comércio exterior que desconsideram as necessidades de uma alta porcentagem da população de áreas rurais (Odeh, 2010). Esses processos, acelerados por políticas públicas locais e regionais, podem resultar em fluxos migratórios às cidades, agravando uma dinâmica de aumento de população vulnerável e de demanda por habitação e infraestrutura básica, fatores que estão intrinsecamente relacionados à dificuldade de conservação e/ou preservação de áreas urbanas naturais remanescentes. Além disso, o padrão predatório de desenvolvimento imobiliário² de muitas cidades impõe pressões ambientais adicionais às áreas naturais urbanas, aumentando a disputa pela ocupação de espaços livres ou verdes. Considerar essa complexidade é extremamente importante para vislumbrar não somente o papel das SbN frente a desafios de adaptação às mudanças climáticas, mas também para justificar o desenho de formatos de governança que possam ser efetivos para o enfrentamento de problemas sociais e de ocupação do solo urbano em países latino-americanos. E essa é só a ponta de um iceberg de grande complexidade, que nos leva a questionar: Será que os projetos europeus estão refletindo sobre os impactos que os padrões de consumo em cidades da UE podem ter sobre ecossistemas distantes tais como no Sul Global? Qual seria o status atual desta problemática frente às SbN: considerado, reconhecido ou endereçado? Tais perguntas não possuem respostas simples e definitivas, mas podem abrir as portas para pesquisas e estratégias de ação que possam refletir sobre a diminuição das lacunas conceituais e de aplicação do conceito, amadurecendo uma base científica de verificação do que as SbN realmente podem transformar no contexto dos países do Sul Global.

2. Por exemplo, tanto nas cidades peruanas como nas brasileiras o capital imobiliário vem direcionando o planejamento urbano, reforçando formatos desiguais de acesso a recursos e serviços básicos além de promover alguns dos impactos ambientais mais intensos.

Outra lacuna identificada nas definições de SbN mais difundidas, é a falta de (re)conhecimento de técnicas vernaculares, também chamadas ancestrais, normalmente empregadas em áreas não urbanas de distintos países pelas comunidades originais ('indigenous communi-

ties’). Essas técnicas, com relevância contemporânea, há muito vêm prestando distintos serviços e benefícios ecossistêmicos e aliando a biodiversidade à atenção a distintas demandas sociais. Sua valorização poderá ainda beneficiar aquelas comunidades com o conhecimento de manejo de tais estruturas, reintegrando-as aos sistemas de gestão territorial e reinserindo-as numa economia de cunho local. A abordagem integradora de uma governança local poderá aumentar a sustentabilidade dos sistemas de prestação de SE a partir das SbN e contextualizar os meios urbano, rural e natural como um ecossistema único.

Escalas de impacto dos ecossistemas e relevância nos países latino-americanos

Apesar das diferentes publicações e definições do conceito, as SbN podem ser agrupadas em tipologias que agregam outros termos e conceitos já existentes (Quadro 2). Eggermont et. al (2015) levam em consideração dois aspectos principais para a classificação das diferentes tipologias de ecossistemas sob a perspectiva das SbN: o grau de modificação de um ecossistema por uma determinada SbN e a quantidade de SE prestados e grupos de atores envolvidos numa determinada SbN (Figura 2).

FIGURA 2. Tipologias de SbN.
Fonte: Adaptado de Eggermont et. al (2015).



O primeiro tipo de SbN consiste em soluções que causam pouca ou nenhuma modificação nos ecossistemas existentes, resultando na preservação ou melhoria dos SE já gerados por esses ecossistemas protegidos. Um exemplo desse tipo, no Brasil, são as Unidades de Conservação ou a proteção de manguezais em áreas costeiras para amortecer eventos climáticos extremos e gerar oportunidades e benefícios para a comunidade local. O segundo tipo de SbN corresponde às intervenções desenhadas de modo a intensificar as múltiplas funções e serviços prestados pelos ecossistemas ou paisagens. Por exemplo, a restauração ecológica em áreas de mananciais ou o uso de técnicas como as agroflorestas podem aumentar a multifuncionalidade desses sistemas, sua diversidade genética e/ou de espécies e, conseqüentemente, a resiliência a eventos extremos. Já o terceiro tipo de SbN corresponde à criação de novos ecossistemas onde a natureza já não está mais presente, sendo muitas vezes associados às infraestruturas verdes e azuis (como os jardins de chuva, etc.)

No contexto sul-americano, os dois primeiros tipos de SbN possuem uma importância elevada e ainda representam um grande potencial para serem implementados como política pública. As áreas protegidas são porções do território delimitadas e geridas com o objetivo de conservar o patrimônio natural e seus elementos ecológicos, geológicos, históricos e culturais. Se constituem na principal estratégia de conservação da natureza, podendo fomentar o uso sustentável e racional dos recursos naturais e tendo potencial de contribuir com o desenvolvimento social e econômico tanto pelo seu uso direto quanto indireto. Ao mesmo tempo que possuem o objetivo primário de conservar ecossistemas existentes, muitas dessas áreas têm potencial para promover geração de renda e estimular o desenvolvimento local por meio do apoio a programas de turismo sustentável, cooperativas de produtos da sociobiodiversidade e incentivo a atividades de pesquisa científica e processos educativos. Se bem geridas, essas áreas podem contribuir para garantir os meios de vida de comunidades tradicionais e locais e a distribuição equitativa de benefícios gerados pelos ecossistemas. Além disso, alguns dos co-benefícios são: regulação do clima, proteção de cursos d'água e nascentes, benefícios à saúde física e mental, fonte de espécies medicinais. Vale indicar que a articulação dessas duas escalas de ação poderá gerar impactos positivos em escala global, como ocorre no caso dos grandes biomas como o amazônico.

Essa importância foi reafirmada recentemente pelo anúncio da Convenção sobre Diversidade Biológica de que nenhuma das 20 Metas de Aichi foram completamente atingidas a nível global e somente 6 delas foram parcialmente atendidas. A entidade lançou o Marco Global de Biodiversidade (GBF) indicando três pontos críticos para a reversão desse quadro: 1. Considerando a complexidade da natureza, deve-se considerar múltiplos benefícios, o que implica em respostas muito di-

ferentes daquelas motivadas apenas por necessidades humanas; 2. É um desafio desenvolver propostas integrais para que distintos objetivos possam ser atendidos simultaneamente; e 3. Deve-se agir agora e manter metas ambiciosas para atender a múltiplos objetivos de forma integrada, a fim de começar a reverter o quadro de perda de biodiversidade. Esse é também o contexto proposto pela Década da Restauração de Ecossistemas (2021-2030), impulsionada pelas Nações Unidas.

A integração dos distintos tipos de SbN, formando um sistema complexo de promoção de múltiplos benefícios, começa a dar respostas locais aos desafios encontrados. Alguns casos do Brasil e do Peru vem, por exemplo, utilizando estratégias distintas que envolvem a conservação, restauração e criação de novos ecossistemas com o fim de gerir adequadamente as águas que nutrem territórios e cidades. O planejamento e uso ecológico do território mostra-se como um ponto de partida indispensável para uma boa gestão hídrica dos grandes centros urbanos. Não apenas a proteção destas áreas, mas a restauração e uso sustentável do solo e de mananciais contribuem diretamente para a melhoria na qualidade e quantidade disponível de água, tanto em meio urbano como em meio rural, melhorando a resiliência urbana enquanto promovem melhorias de vida nas comunidades assentadas nessas áreas estratégicas.

ESTUDOS DE CASO PERU E BRASIL

Contexto das SBNs no Peru e o caso Chirilu

A utilização do termo SbN no Peru é muito recente e inspirada principalmente na definição proposta pela UICN, devido à sua forte presença na região. A repercussão do conceito encontrou um terreno fértil que começou a ser fortalecido em 2008, por normas, leis e regulamentações nacionais de distintos setores³ que reconheceram a importância da Infraestrutura Natural (normalmente utilizada como sinônimo da Infraestrutura Verde no país), como forma de administrar e manejar de modo sustentável o recurso hídrico e promover modelos de financiamento, manutenção e monitoramento dessas ações (SUNASS, 2021), itens relacionados ao conjunto de linhas de ação que integra a Segurança Hídrica. A instalação das IN, nesse caso, está associada principalmente às porções média e alta das bacias hidrográficas, e cumprem as funções de proteção, restauração, melhora e manutenção das paisagens e ecossistemas naturais para atender tanto aos objetivos de abastecimento de água potável à população urbana, quanto garantir o fornecimento de água aos setores agrícola, industrial e de energia (ibid). Esse enfoque é essencial, uma vez que cerca de 58% da população nacional (INEI, 2017)⁴ está assentada nas porções mais áridas do país, a costa Pacífica que conta aproximadamente 1,8% da

3. Ministério do Ambiente- MINAM; Agência Nacional de Água- ANA; Ministério da Economia e Finanças- MEF; Ministério do Desenvolvimento Agrícola e Irrigação- MIDAGRI; Ministério de Habitação, Construção e Saneamento- MVCS.

4. <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-del-peru-totalizo-31-millones-237-mil-385-personas-al-2017-10817/>

água potável peruana, enquanto a região com maior oferta de água, a vertente oriental da cordilheira dos Andes, onde predomina o bioma amazônico, concentra aproximadamente 14% da população e cerca de 97% da oferta hídrica (ANA apud Bernex et al., 2017). As áreas urbanas por enquanto não estão incluídas dentro das ações de IN sugeridas, e seguem tendo um papel de consumidoras ou beneficiárias dos SE.

Dentre as leis desenhadas nacionalmente, a no. 30215 de junho de 2014 pode ser considerada um ponto de inflexão importante para a aplicação da IN. Proposta pelo Ministério do Ambiente (MINAM), a lei estabelece os Mecanismos de Retribuição por Serviços Ecossistêmicos (MERESE)⁵, definida a partir de modelos de pagamento por serviços ambientais (PSA) para a promoção de distintas ações focadas na melhoria de um grande conjunto de SE. O primeiro modelo a ser regulamentado foi justamente direcionado à gestão e fornecimento de serviços de saneamento através da aplicação de Infraestruturas Naturais, definidos como Mecanismos de Retribuição por Serviços Ecossistêmicos Hídricos (MRSEH). A Superintendência Nacional de Serviços de Saneamento (SUNASS) passou a ser responsável pela promoção, assistência técnica, aprovação de tarifas e fiscalização das ações instaladas pelas empresas de saneamento urbanas (EPSs), obrigadas a participar como atores líderes no processo MRSEH e estabelecer alianças com as comunidades locais. Todas as empresas de saneamento são capacitadas para desenhar suas ações englobando cinco aspectos:

- Desenho de Plataforma de Boa Governança (PBG) - articular atores e definir conselhos de bacia hidrográfica;
- Elaboração de Diagnóstico Hídrico Rápido (DHR) - delimitar e diagnosticar bacia de aporte;
- Caracterização dos Contribuintes (CC);
- Elaboração de Plano de Intervenção (PI) - definir modelo de financiamento a partir das quatro opções disponíveis;
- Instalação e manutenção de Sistema de Monitoramento Hidrológico (SMH) para que a SUNASS verifique a efetividade das ações.

5. Lei 30215, junho/2014- estabelece os MERESE e define procedimentos para executar os PSA (e seu regulamento de Julho/2016);

6. Lei marco (DL 1280), Regulamento Gestão e Prestação dos Serviços de Saneamento, junho/2017- define as competências da SUNASS em relação aos investimentos das EPS em projetos de IN.

Recentemente a SUNASS⁶ reconheceu as IN como parte das SbN, identificando seu grande potencial para responder aos desafios impostos pela pandemia do COVID-19, além do aporte à biodiversidade (SUNASS, 2021).

Outro conjunto importante de normativas, lançadas justamente quando o conceito de SbN começava a aparecer de modo mais constante no país, forma o arcabouço legal desenvolvido pelo Ministério do Ambiente em torno às estratégias de adaptação e mitigação às mudanças

climáticas, e também associados aos MERESE. Na última dessas publicações, o “Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas: um insumo para a atualização da Estratégia Nacional frente às Mudanças Climáticas” (Resolução ministerial N° 096 -2021-MINAM) o termo SbN já aparece citado e se refere ao disposto na Lei Marco sobre as Mudanças do Clima (2018), e no Plano Nacional de Adaptação do Peru até 2050 (2021) que definem Contribuições Nacionalmente Determinadas (CND), as quais indicam 18 ações de Infraestrutura Natural e 37 Adaptações baseadas em Ecossistemas. Dois catálogos com medidas de adaptação e mitigação foram lançados em 2020 para orientar a implementação das CND com distintos objetivos, onde podem ser encontradas tanto medidas

À escala urbana, esse conjunto de normativas e regulamentações relacionadas ao clima forma a base para o desenvolvimento dos planos locais de mudança climática. O primeiro deles, o “Plano Local de Mudança Climática da província de Lima 2021-2030” (PLCC-Lima, MML, 2021) inova ao incluir estratégias SbN para fomentar a resiliência urbana através por exemplo, da recuperação de matas ciliares dos rios enquanto promove co-benefícios para a biodiversidade e para a sociedade. O Plano também propõe a elaboração de um instrumento técnico-legal para catalisar a aplicação de distintas tipologias de SbN urbana na metrópole.

À parte do sistema normativo nacional, que embora muito recente, e talvez por esse mesmo motivo, venha se mostrando inovador ao propor a utilização, e muitas vezes a priorização das SbN para enfrentar os desafios climáticos, de escassez de recursos e redução de risco de desastres, um outro ponto que chama atenção no caso peruano é a compreensão sobre as tipologias que podem ser consideradas Infraestrutura Natural. No país, a IN também se relaciona ao reconhecimento, valorização, recuperação e escalamento de técnicas ancestrais utilizadas para o manejo das águas, em locais onde ainda persistem muitas comunidades agrícolas. Os chamados sistemas de “Plantio e Colheita de água” (*Siembra y Cosecha del Agua*), tem recuperado e replicado principalmente as *amunas* (trincheiras de infiltração) e as *qochas* (lagos de detenção, retenção ou infiltração). Esse valor agregado cumpre parcialmente uma lacuna importante com relação à utilização de conceitos provenientes do Norte global, e traça um caminho de desenvolvimento tecnológico próprio que soma lições aprendidas desde culturas e climas distintos daqueles que normalmente dominam os casos de estudo amplamente divulgados sob a temática das SbN abrindo possibilidades mais amplas de atuação e intercâmbio entre as experiências do Sul global.

Exemplos de aplicações dessas técnicas ancestrais vêm sendo vistos em várias regiões do país e cumprem objetivos distintos em relação à

água, além de promover a redução de riscos de desastres, a adaptação às mudanças climáticas e o fortalecimento de comunidades e ecossistemas andinos. Focado em contribuir ao uso produtivo do recurso hídrico, o Ministério do Desenvolvimento Agrário e Irrigação (MIDAGRI), promove o programa "Sierra Azul" instalando junto às comunidades agrícolas das porções mais elevadas dos Andes os sistemas de "Plantio e colheita de água" a partir das qochas. Esses lagos captam e reservam a água, funcionando como açudes, ou infiltrando lentamente a água para abastecer os aquíferos (processo de plantio). À jusante, pontos de afloramento da água (colheita) tornam o recurso disponível para a agricultura durante os períodos de estiagem. Essas ações também recuperaram ecossistemas de montanha, notadamente os pastos naturais e os *bofedales*, este último um ecossistema de prado hidrofílico em altitude, responsável por purificar a água e fornecer alimento aos animais, (Figura 3). Já o foco em fornecimento de água potável e saneamento, abordado pelos MRSEH, vem utilizando principalmente as *amunas*, instaladas em pendentes íngremes das porções altas das bacias hidrográficas, ao longo das curvas de nível em áreas de solo de rocha fragmentada, e permitem a percolação da água durante a temporada de chuva, abastecendo as reservas subterrâneas ao mesmo tempo que evita a erosão hídrica e os deslizamentos de massa. O processo visa garantir a oferta de água para consumo humano e/ou agrícola e industrial, durante todo o ano (Figura 4). Juntamente a estratégias de reflorestação e conservação, essa técnica ancestral vem sendo utilizada tanto pelos MRSEH quanto por fundos de água formados principalmente por entidades privadas, que atuam para a conservação do recurso hídrico. O conjunto de técnicas ancestrais é amplo e vem sendo explorado aos poucos, sendo incorporados nos termos de referência a partir de estudos de viabilidade geotécnica, essenciais para garantir a instalação correta dessas ações.

FIGURA 3. Qocha (esquerda) e ecossistema de bofedales (direita).

Fonte: <https://idecaperu.org/ayacucho-pasantia-de-experiencias-sobre-siembra-y-cosecha-de-agua/>



FUNCIONAMIENTO DE LAS AMUNAS

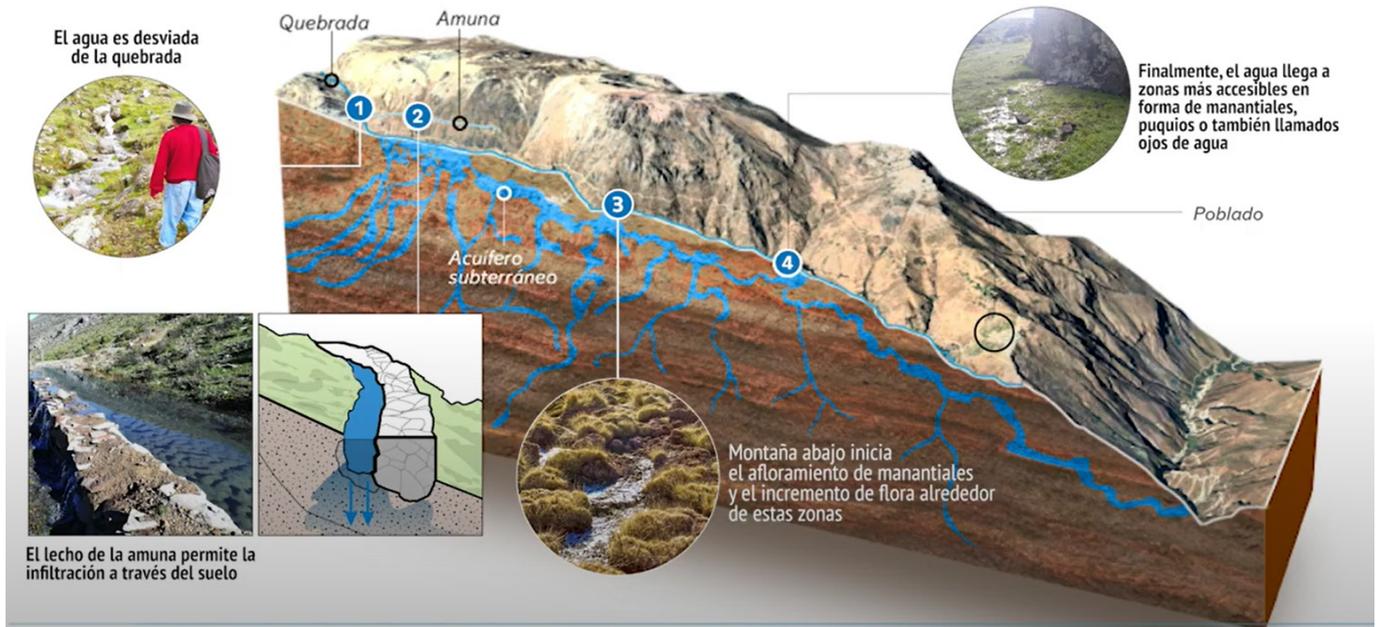


FIGURA 4. Funcionamiento das amunas. Fonte: <https://aquafondo.org.pe/amunas/>

No caso da região metropolitana de Lima, sua situação geográfica e climática no deserto costeiro ao longo do Oceano Pacífico, com índices pluviométricos por baixo dos 10 mm/ano, somado à concentração de mais de 10 milhões de pessoas (cerca de 30% da população peruana), gera um quadro crítico quanto à necessidade de água potável. Esse cenário vem sendo ainda mais preocupante devido aos impactos das mudanças climáticas nas reservas glaciais, a principal fonte de água que abastece os três rios, Chillón, Rímac e Lurín (CHIRILU) responsáveis pelo fornecimento de água à região metropolitana. A alta demanda hídrica levou à instalação de um transpasse da bacia Alto Mantaro para bombear parte da água da vertente oriental à ocidental da cordilheira dos Andes (Figura 5).

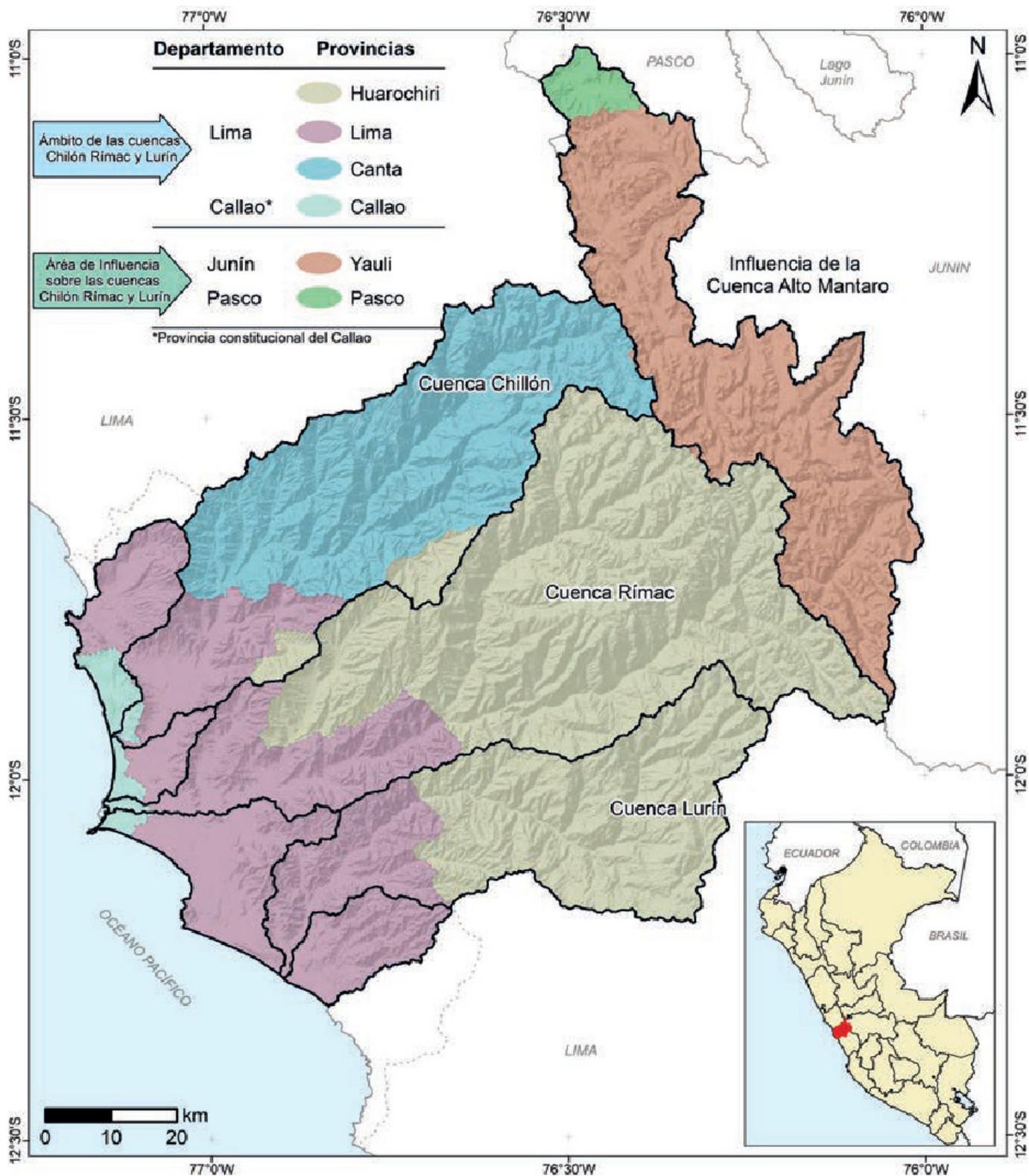


FIGURA 5. Bacias hidrográficas que alimentam a região metropolitana de Lima. Fonte: ANA, 2017.

É nesse sentido que um dos MRSEH mais relevantes do país (segundo o número de pessoas beneficiadas), compreende o complexo CHIRILU e foca sua área de ação em um recorte das bacias hidrográficas delimitada como bacia de aporte, definida a partir dos pontos de captação de água para o abastecimento público em direção à montante e tem o objetivo de conservar os SE vinculados ao recurso hídrico (SUNASS, 2021). A Sedapal, empresa de saneamento responsável pelo fornecimento de água potável, coleta, tratamento e disposição de águas residuais de Lima, criou o "Programa Plantamos Água" (Sembramos Agua) e é obrigada pela SUNASS a destinar 1% de sua arrecadação anual para projetos MRSEH e outros 3,5% para projetos de adaptação às mudanças climáticas e redução de desastres (SUNASS, 2021). O valor da contribuição é discriminado nas contas de água de cada consumidor da cidade, os contribuintes, e a Sedapal é responsável pelo desenho e instalação das ações de IN, planejados segundo os cinco aspectos propostos pela SUNASS. No entanto, esse processo vem sendo muito lento devido principalmente a um conservadorismo institucional da Sedapal, que reluta em aceitar os MRSEH e, mesmo contando com verba para fortalecer um departamento responsável por tais iniciativas, ainda não demonstra muito interesse em aplicar a IN e articular-se com as comunidades das porções média e alta da bacia (ibid). Um dos motivos por trás dessas dificuldades está no fato da empresa participar do Fundo Nacional de Financiamento da Atividade Empresarial do Estado (FONAFE), junto ao Ministério da Economia e Finanças, órgão que também não reconhece o valor ecossistêmico do recurso hídrico. Somente em março de 2021 o primeiro projeto da Sedapal foi lançado, na sub-bacia Milloc, parte do Rímac. A proposta é recuperar o ecossistema de bofedales próximo à comunidade Santiago de Carampona e retribuir financeiramente a comunidade agrícola pelo cuidado do ecossistema.

Em paralelo, outras entidades, como o Fundo de Água para Lima e Callao (Aquafondo) vêm estabelecendo alianças com organizações civis para o desenho, instalação, manutenção e monitoramento das ações instaladas a fim de criar um portfólio de iniciativas e acessar as evidências relacionadas aos Serviços Ecossistêmicos. A Aquafondo congrega recursos públicos e privados para investir em Infraestrutura Natural, e vem tendo resultados muito positivos trabalhando especialmente nas áreas da sub-bacia Santa Eulália, responsável por cerca de 70% dos volumes de água do Rímac. O fundo estima já ter recuperado mais de 17,7 km de amunas, normalmente em parceria com a The Nature Conservancy (TNC), e estima que cada quilômetro recuperado abasteça em 225.000 m³ por ano os aquíferos. Sua presença na comunidade de San Pedro de Casta vem demonstrando bons resultados e fomentando a articulação e capacitação de outras comunidades próximas (Figuras 6 e 7). A organização vem mantendo uma série de monitoramentos para verificar o desempenho das amunas e para isso vem se articulando com outras organizações e com universidades locais.

FIGURA 6. Comunidade trabalhando na recuperação de amuna na bacia de Santa Eulália. Fonte: Andina, 2021.⁷

7. <https://andina.pe/agencia/noticia-aplican-tecnicas-ancestrales-para-recuperar-agua-y-generar-bienestar-a-poblacion-746381.aspx>



FIGURA 7. Amuna recuperada pela Aquafondo em São Pedro de Casta. Fonte: Aquafondo, 2021.⁸

8. <https://aquafondo.org.pe/mas-agua-para-san-pedro-de-casta-y-lima-nuevo-proyecto-de-recuperacion-de-mas-de-4-kilometros-de-amunas/>



Outro exemplo de impacto nas bacias CHIRILU é o Projeto Infraestrutura Natural para a Segurança Hídrica (INSH) financiado pela Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e pelo governo do Canadá, executado pelo consórcio de Forest Trends, CONDESAN, SPDA, EcoDecisión e Imperial College London. O projeto vem se desenvolvendo durante um período de cinco anos em várias bacias hidrográficas do Peru, entre elas as CHIRILU, e promoveu ações de restauração e uso sustentável dos ecossistemas com base na integração do conhecimento científico e tradicional para fortalecer os espaços de governança em distintos níveis. Sua principal contribuição vem sendo a pesquisa científica sobre o tema (Condesan, 2021).

Embora a utilização de SbN nas bacias CHIRILU tenha um ótimo potencial, barreiras institucionais, principalmente por parte da Sedapal, e de financiamento, pelo MEF ainda deverão ser superadas. Há também uma falta de planejamento integral à escala de bacia hidrográfica, ou planejamento territorial, que possa coordenar e direcionar ações complementares dos distintos atores atuantes e acompanhar os impactos provenientes das ações instaladas. A existência de um conselho de recursos hídricos do CHIRILU, e do observatório de água, vinculados à Autoridade Nacional de Água (ANA), é formado por distintos atores dos governos regionais, municipais, universidades, associações de usuários de água e comunidades campestres e poderá ter um papel chave para viabilizar uma visão integral quanto à articulação e compreensão dos múltiplos projetos e seus benefícios. Finalmente, um planejamento à escala territorial deveria reconhecer os projetos exitosos que veem perdurando mesmo em momentos de crise política, além de vislumbrar o papel das áreas urbanas na gestão do recurso hídrico, reduzindo a competição e desigualdade de acesso à água. Atualmente, 72% das águas residuais de Lima são lançadas ao mar e não existe um plano de reuso desse recurso, por exemplo para irrigação e ampliação das áreas verdes da metrópole. Ações como esta poderiam diminuir as demandas e pressões nas partes médias e altas da bacia e a competição pela água com as comunidades rurais e ecossistemas.

Contexto das SbN no Brasil e o caso do Guandu

Mesmo ainda sendo pouco conhecido no Brasil, com poucas publicações e não havendo menções diretas de SbN em documentos, planos ou políticas nacionais, o conceito de SbN tem ganhado destaque nos últimos anos. No contexto brasileiro, os conceitos de Serviços Ecossistêmicos, Infraestrutura Verde e Adaptação baseada em Ecossistemas, por exemplo, são mais reconhecidos e estão presentes em instrumentos como a Estratégia e Plano de Ação Nacional para Biodiversidade (EPANB) e no Plano Nacional de Adaptação e Mudança do Clima. Ape-

sar de não haver menção explícita às SbN ou termos relacionados, algumas políticas nacionais também apresentam forte apoio ao conceito de SbN, como é o caso do Estatuto das Cidades e da Política Nacional de Combate à Desertificação (Fraga, 2020). O uso do conceito tem sido mais difundido no contexto urbano com a incorporação das SbN em alguns planos setoriais, especialmente focados em adaptação climática e promoção da biodiversidade. Alguns exemplos são o Plano Local de Ação Climática do Recife⁹, o Plano Local de Ação Climática de Fortaleza¹⁰, o Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima em Salvador¹¹ e o Plano de Ação para Implementação da Área de Conectividade da Região Metropolitana de Campinas¹². Além disso, os municípios possuem alguns instrumentos de planejamento que podem utilizar o conceito de SbN. Os planos diretores, por exemplo, podem introduzir os princípios de SbN e trazer orientações essenciais para a sua inserção em outros documentos e práticas de planejamento urbano apoiando o desdobramento de diretrizes específicas a escala territorial como as do zoneamento ecológico econômico (ZEE), e local, como aquelas do código de obras, de infraestrutura, habitação e planos verdes (Picarelli, 2019).

Assim como no caso peruano, no Brasil as SbN têm sido bastante discutidas e relacionadas à gestão hídrica. Além de ser o país mais biodiverso, o país detém a maior reserva superficial de água doce do mundo, somando um volume de aproximadamente 8,2 trilhões de metros cúbicos. Porém, essas reservas são distribuídas desigualmente entre as regiões do país. Na região amazônica encontram-se 70% das reservas, enquanto o Sudeste concentra somente 6%, ao mesmo tempo que acomoda 43% da população brasileira (ANA, 2010). É justamente na região Sudeste que se encontram as maiores demandas agrícolas, industriais e de abastecimento do país. Sendo assim, o Brasil está constantemente presenciando a escassez hídrica como um problema crônico e, com a intensificação da degradação dos ecossistemas, somado à variação dos eventos chuvosos devido às mudanças climáticas, o quadro tem se agravado. Nesse sentido, as SbN oferecem inúmeras oportunidades ao planejamento de longo prazo e serão capazes de tornar a infraestrutura hídrica mais resiliente às mudanças climáticas.

A região Metropolitana do Rio de Janeiro é a segunda maior do Brasil (atrás apenas da região metropolitana de São Paulo) e a terceira maior da América do Sul. A região abriga a maior Estação de Tratamento de Água do mundo, a ETA-Guandu, que trata 92% da água consumida pelos mais de 12 milhões de pessoas que vivem na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (WRI, 2018). Cada vez mais, a vulnerabilidade desse sistema se evidencia, seja devido aos altíssimos níveis de perda – de cada dez litros de água tratada, quatro se perdem por vazamentos ou desvios – ou na qualidade da água oferecida à população do Rio de Janeiro, que sofreu uma grave crise em janeiro de 2020 no que diz

9. <https://americadosul.iclei.org/documentos/plano-local-de-acao-climatica-do-recife-pe/>

10. <https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2021/02/plac-fortaleza-d5.pdf>

11. <https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2021/01/salvador-plano-de-acao-climatica.pdf>

12. <https://americadosul.iclei.org/documentos/resumo-plano-de-acao-para-implementacao-da-area-de-conectividade-da-rmc>

13. <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2020/01/16/crise-da-agua-no-rio-4-perguntas-sobre-consumo-e-origem-do-problema.htm>

14. <https://oglobo.globo.com/rio/reservatorio-do-funil-apresenta-alto-nivel-de-contaminacao-17634751>

respeito à qualidade da água distribuída pelo Sistema Guandu¹³ (Formiga-Johnsson e Britto, 2020).

O problema de floração de cianobactérias é uma antiga ameaça à qualidade da água no Rio de Janeiro (Figura 8). Em 2015, o Reservatório de Funil apresentou nível de bactérias tóxicas 25 vezes maior que limite indicado pela Organização Mundial da Saúde¹⁴ e em 2019, a quantidade de cianobactérias na Represa de Ribeirão de Lages foi tão alta que a água era imprópria até mesmo para dessedentação de animais.



FIGURA 8. ETA Guandu e contaminação da água por poluentes e cianobactérias. Fonte: Comitê Guandu.

Para minimizar esses desafios, alguns programas e iniciativas começaram a propor o uso de SbN para restaurar áreas naturais visando garantir um suprimento de água limpa e constante para o Sistema Guandu.

O Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e do Guandu-Mirim (Comitê Guandu-RJ), criado em 2002 através de um decreto estadual, tem como objetivo promover a gestão descentralizada e participativa dos Recursos Hídricos na bacia hidrográfica. Trata-se de um dos órgãos mais importantes na região para efetivar a implementação das SbN. Um exemplo de projeto com participação do

Comitê Guandu é o Produtores de Água e Floresta (PAF), implementado em 2009 na Bacia do Rio das Pedras em caráter piloto e expandido em 2011 para todo o município de Rio Claro-RJ (Figura 9). Com o principal objetivo de proporcionar o aumento de cobertura florestal em áreas de preservação permanente e demais áreas prioritárias, o PAF vem melhorando a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos nos mananciais da área (ITPA, 2013). O PAF foi operacionalizado por meio da assinatura de um termo de cooperação técnica entre a Secretaria Estadual do Ambiente, a Prefeitura Municipal de Rio Claro, a The Nature Conservancy, o Comitê Guandu-RJ e o Instituto da Terra de Preservação Ambiental - ITPA, nomeados como a Unidade Gestora do Projeto (UGP), e com o apoio da Agência Nacional das Águas (ITPA, 2013). Outra iniciativa importante na região foi o Programa de Pagamento por Serviços Ambientais do Guandu (PRO-PSA Guandu), criado em 2012 como um exemplo de gestão compartilhada dos recursos naturais. Após alguns anos, a iniciativa foi ampliada para toda a Região Hidrográfica do Guandu, destinando 3,5% do orçamento anual do Comitê para o Pagamento por Serviços Ambientais.

O Comitê Guandu também possui um Grupo de Trabalho (GT) focado em Infraestrutura Verde que tem o intuito de contribuir para escalar a restauração e conservação de remanescentes florestais na Região Hidrográfica do Guandu. Desde 2019, o GT tem trabalhado com a revisão do PRO-PSA e proposto uma alteração da metodologia de valoração do pagamento de serviços ambientais, buscando estimular os produtores rurais a adotarem práticas de conservação dos ecossistemas e, conseqüentemente, maximizar a provisão dos serviços ambientais e seus conseqüentes benefícios para a gestão dos recursos hídricos.

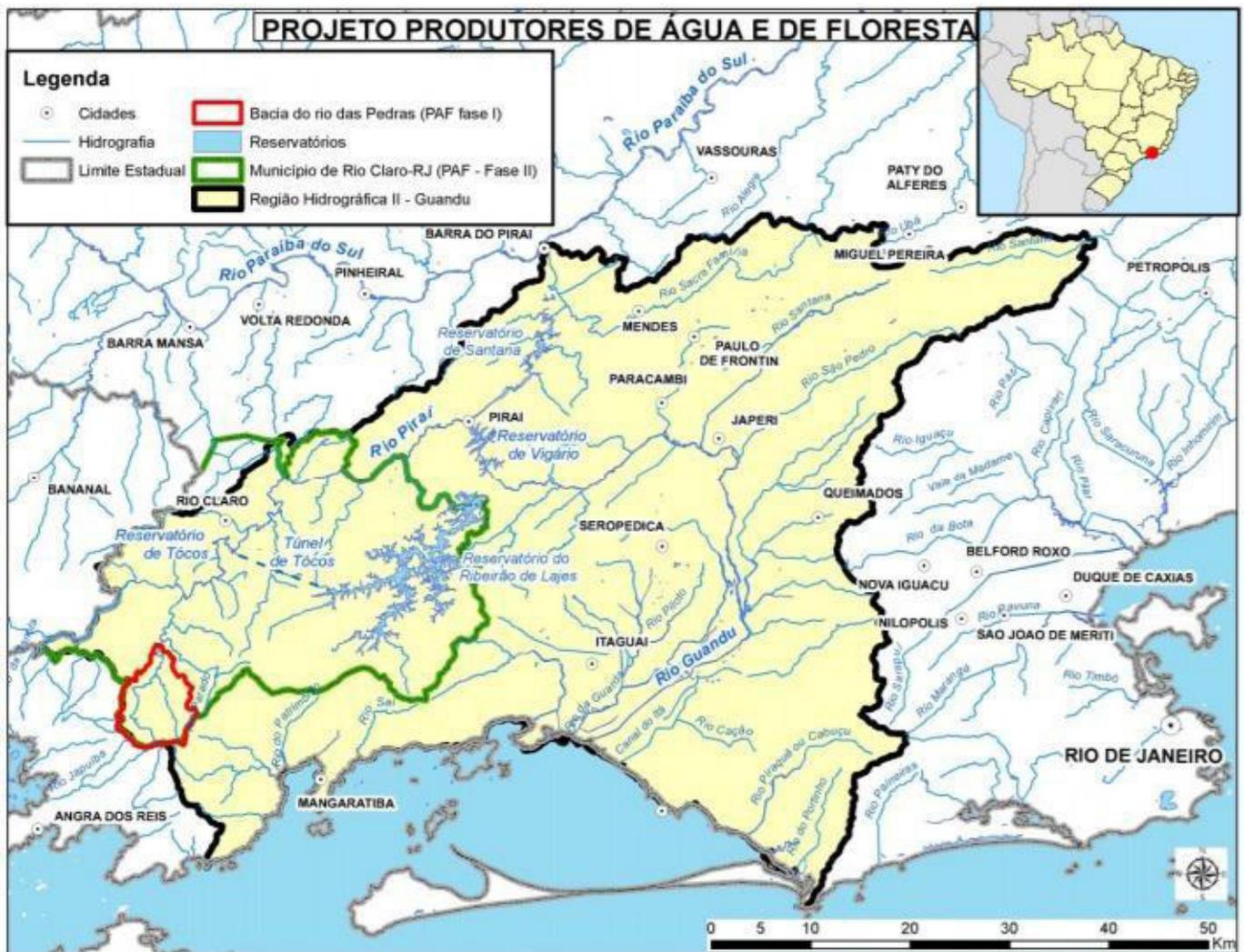


FIGURA 9. Região Hidrográfica II do Guandu- destaque microbacia do Rio das Pedras (fase 1 do PAF), e município de Rio Claro/RJ (fase 2 PAF). Fonte: Comitê Guandu.

Apesar de haver iniciativas como as citadas acima, a introdução de SbN em larga escala como política pública para gestão hídrica não tem sido fácil. Há evidências sobre o papel das SbN na gestão da precipitação, da umidade e do armazenamento, infiltração e transporte de água, como oportunidade para promover melhorias na distribuição em termos de espaço, tempo e quantidade de água disponível. Além disso, e considerando a capacidade da vegetação de agir como uma “recicladora” de água, as SbN tem o potencial de afrontar de forma simultânea, questões relacionadas à qualidade, quantidade e gestão de riscos relacionados à água (WWDR, 2018). “Nos locais onde a água se torna poluída, tanto os ecossistemas construídos quanto os naturais podem ajudar a melhorar a qualidade da água” (ibid., p. 6). No entanto, devido aos grandes desafios de caráter emergencial relacionados principalmente à qualidade da água na região metropolitana do Rio de Janeiro, a introdução de SbN como uma opção para tratamento da água ainda não é reconhecida por parte dos tomadores de decisão - e inclusive por parte dos membros do Comitê Guandu. A necessidade de melhoria urgente na qualidade da água e na redução da contaminação

dos rios da bacia tem sido um fator desafiador para a adoção de SbN, uma vez que a grande maioria dos marcos regulatórios e legais foi desenvolvida com base em abordagens de infraestrutura cinza.

Outra barreira para a adoção dessas estratégias é justamente a falta de experiências em larga escala no Brasil. Existe uma necessidade de melhorar a base de conhecimentos e competências profissionais em SbN, considerando as particularidades dos contextos brasileiros. Ao expandir, consolidar e comparar evidências científicas sobre as SbN com aquelas provenientes dos estudos com infraestrutura tradicional, os tomadores de decisão teriam mais confiança quanto à sua viabilidade e eficácia. Um exemplo envolvido nessa desconfiança quanto à efetividade das SbN se associa ao tempo relacionado aos processos naturais para apresentar resultados positivos, insinuando que as infraestruturas cinzas seriam mais rápidas em solucionar os problemas de gestão da água. Mesmo que essa afirmação já venha sendo combatida por evidências que sustentam que não necessariamente as infraestruturas convencionais serão mais rápidas na solução de problemas quando comparadas às SbN, esses fatores geralmente acarretam numa percepção de alto risco de investimento e pouco retorno efetivo necessário.

Para ilustrar estes desafios, as obras de transposição e os recentes estudos do Comitê Guandu viabilizam a implementação de obras de infraestrutura cinza para a melhoria da qualidade da água, ao invés de propor medidas de SbN ou mesmo um sistema misto que pudesse gerar diversos co-benefícios associados aos da gestão hídrica. As Unidades de Tratamento de Resíduos (UTRs), com o objetivo de contribuir para a despoluição dos Rios Poços e Ipiranga, têm aplicado soluções convencionais para o tratamento de efluentes, utilizando-se de um processo de filtração para separar a água do lodo, que poderiam dar espaço ou integrar-se com medidas de SbN como a fitorremediação e os jardins filtrantes. Outro exemplo é a utilização de Phoslock na Lagoa do Guandu. O Phoslock é uma argila modificada que conta com adição do metal lantânio que, ao entrar em contato com o fosfato (abundante em águas eutrofizadas e que estimulam o crescimento de algas e cianobactérias), se liga a ele, removendo-o da coluna da água e depositando no fundo do reservatório. Porém, o uso de Phoslock pode ter efeitos negativos ao ecossistema e aos seres humanos. A falta de clareza a respeito desses impactos e ameaças levou o Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro (MPRJ), por meio do Grupo de Atuação Especializada em Meio Ambiente (GAEMA/MPRJ), a expedir uma recomendação ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) para que o órgão não autorize a aplicação da substância por parte da Cedae sem que sejam apresentados dados e informações relacionadas aos riscos potenciais a seres humanos e ao meio ambiente.

Para além da poluição, associar as SbN ou a Infraestrutura Verde como oportunidade para redução da erosão, do controle e da filtração de sedimentos e, conseqüentemente, de redução do custo de tratamento químico de água é uma grande oportunidade para a Bacia do Guandu. Um estudo do WRI feito em 2018 mostra que a restauração florestal com espécies nativas em áreas estratégicas da bacia do Guandu, poderia proporcionar uma grande redução na quantidade de produtos químicos usados e ainda trazer um benefício líquido de R\$ 156 milhões ao longo de 30 anos (WRI 2018). Utilizando-se da Análise de Investimento em Infraestrutura Natural (Green-Gray Assessment), desenvolvida pelo WRI, o estudo avaliou a performance financeira que pode ser obtida através da restauração com Infraestrutura Verde para controle de sedimentos, considerando seus impactos nos custos de tratamento da turbidez da água, de assoreamento dos reservatórios e de depreciação dos equipamentos na Estação de Tratamento Guandu (WRI 2018).

Através da análise de um Serviço Ecossistêmico específico prestado pela Infraestrutura Verde, o controle de sedimentos na água, o estudo mostra que florestas e áreas naturais manejadas de modo sustentável têm papel crucial na gestão de recursos hídricos (WRI, 2018). A eficácia das infraestruturas convencionais como reservatórios, adutoras e estações de tratamento, pode ser potencializada pela combinação com as infraestruturas verdes. No caso do Guandu, o estudo demonstrou que a restauração de ecossistemas pode reabilitar a paisagem, melhorar a qualidade da água, regular o fluxo hídrico, mitigar inundações e revitalizar os estabelecimentos rurais.

Para o caso do Guandu no Rio de Janeiro, que tem sistematicamente procurado novas soluções de caráter mais imediatista para sanar a crise da qualidade da água (como por exemplo o uso do Phoslock), também é necessário pensar de maneira sistêmica para o problema e para soluções que não sejam meramente paliativas, mas que procurem atuar o mais próximo possível da causa do problema. Nesse cenário, as SbN poderão contribuir significativamente. A integração dessas estratégias a outros modelos convencionais de infraestrutura e a garantia de mais recursos financeiros para aumentar a escala das atividades, como por exemplo do PRO-PSA, se faz necessário. A combinação de investimento público e privado e o envolvimento dos diversos beneficiários do setor hídrico como a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae), que gerencia o sistema de abastecimento, o Comitê Guandu, a sociedade civil e o setor privado (por exemplo os fabricantes de bebidas e outras indústrias que também dependem da água), é fundamental para dar escala e viabilizar a implantação de SbN como medida efetiva para a gestão hídrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS: LIÇÕES APRENDIDAS, DESAFIOS E PASSOS FUTUROS

As SbN vêm ganhando cada vez mais repercussão a nível global e latino-americano. Nos exemplos do Peru e do Brasil, sua articulação vem ganhando espaço a partir de conceitos já utilizados localmente, como o de IV, IN e AbE, os quais passam a vincular-se sobretudo a propostas de pagamentos por serviços ambientais e planos de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Embora projetos piloto e alguns monitoramentos tenham sido iniciados nos dois países, a geração de evidências quanto à efetividade dos sistemas ainda não integra os co-benefícios sob a ótica multifuncional do conceito de SbN. A necessidade de definir um conjunto de indicadores qualitativos e quantitativos de SbN, que ao mesmo tempo não torne inviáveis, complexos e custosos os sistemas de monitoramento é essencial para diferenciar o impacto destas do plantio de áreas verdes genéricas em nossas cidades e territórios. A associação dos indicadores a metas claras também dará suporte para que um conjunto de valorizações econômicas, ecológicas e sociais possa ser articulado, gerando evidências científicas e provenientes da prática para o convencimento de tomadores de decisão e de novos atores a serem inseridos na lógica multifuncional das SbN. As valorizações comparativas entre os sistemas de SbN e de infraestruturas cinzas poderão favorecer o financiamento das primeiras iniciativas e avaliar os limites e possibilidade de composição entre os dois formatos de infraestruturas para resultados mais efetivos.

No caso da revitalização de bacias hidrográficas, a abordagem sistêmica das SbN oferece elevado poder de transformação, mas exige uma integração entre secretarias e órgãos diversos, superando o desafio político de agendas isoladas, a fim de elaborar um planejamento sistêmico e integrado não apenas referente à fase de implementação, mas considerando a manutenção e monitoramento de longo prazo. Nesse sentido, será importante compreender o papel das cidades não somente como consumidoras, mas também como fornecedoras de serviços ecossistêmicos, e os arranjos necessários para viabilizar os mecanismos de "usuário-pagador" e "provedor-recebedor" presentes em programas de pagamentos por serviços ambientais. Estudos como os do CHIRILU e Guandu são fundamentais para dar suporte aos tomadores de decisão, profissionais e formadores de opinião. A abordagem integradora, oferecida pela ótica das SbN, poderá compor linhas de ações alternativas às soluções convencionais de alto uso energético, muitas vezes poluidoras e de alto custo monetário, tais como a transposição de bacias, a perfuração de poços, construção de barragens, etc. Em ambos os casos abordados, uma oportunidade de amplificação das SbN está nos alinhamentos propostos pelos Planos Locais de Ação Climática já desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Outro ponto chave das SbN é a oportunidade, e também desafio, de superação de barreiras setoriais e transposição de silos departamentais, trazendo resultados efetivos para áreas tão diversas quanto a saúde e segurança públicas, saneamento, lazer, segurança alimentar, geração de renda, e combate a ilhas de calor e enchentes. Nesse sentido, recomenda-se o estabelecimento de programas governamentais de SbN de longo prazo, para além da duração de mandatos políticos, e desenhados para articular distintos atores e fomentar a construção de consenso entre os grupos de partes interessadas, a fim de inspirar novas leis de suporte ao planejamento, implementação, gestão, manutenção e monitoramento das SbN. Tais formatos de articulação de uma governança colaborativa será essencial, uma vez que em países de alta instabilidade política, como em alguns casos latino-americanos, esses formatos se fazem ainda mais cruciais para garantir a sustentabilidade em médio e longo prazo das SbN. Um possível ponto de entrada para o estabelecimento de programas de planejamento e implementação de SbN é a difusão de estratégias de identificação dos interesses dos atores e a comunicação e conscientização dos valores relacionados às SbN não apenas para a restauração e preservação de processos naturais, mas em benefício das comunidades locais. Justamente no Sul Global, as práticas tradicionais e os conhecimentos das comunidades sobre o funcionamento dos ecossistemas e a interação natureza-sociedade configuram um patrimônio cultural valioso e uma rica base de conhecimento. O conceito de SbN requer a incorporação desses conhecimentos nos processos de planejamento e desenho, construção, monitoramento, e, acima de tudo, nos processos decisórios.

Outras ações importantes serão marcadas pelo intercâmbio de informação sobre as SbN entre os países da região e o alinhamento de práticas de planejamento de SbN na América Latina aos novos acordos globais para o clima e a biodiversidade, estabelecendo metas em consonância, por exemplo, aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, que possam viabilizar apoio financeiro a projetos a partir de organismos internacionais para o aprofundamento das evidências e para o escalamento das SbN. Além disso será essencial fomentar propostas de desenvolvimento econômico em larga escala que repensem as estruturas produtivas dos países da região, sua relação com os polos consumidores e o impacto territorial e ambiental atrelado a esses processos.

AGRADECIMENTOS

Especial agradecimento à Iván Lucich Larrauri, presidente executivo da Superintendência Nacional de Serviços de Saneamento do Peru (SUNASS), e a Roberto Dimas, especialista no desenho e implementação dos MERESE (SUNASS) pelas contribuições ao caso CHIRILU.

REFERÊNCIAS

Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2017). Estado situacional de los recursos hídricos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín 2016/2017. Lima: ANA.

Agência Nacional de Águas (ANA, 2010). Atlas Brasil: abastecimento urbano de água. Resultados por Estado. Brasília: ANA.

Breen, A, Giannotti, E, Flores Molina, M, Vásquez, A (2020). From "Government to Governance"? A Systematic Literature Review of Research for Urban Green Infrastructure Management in Latin America. *Frontiers in Sustainable Cities*, 2 (October 2020), pp. 1-15, 10.3389/frsc.2020.572360.

Bernex et al. (2017) El agua en el Perú: situación y perspectivas. Instituto Científico del Agua (ICA). Disponível em: <<https://ciga.pucp.edu.pe/publicaciones/el-agua-en-el-peru-situacion-y-perspectivas/>> Acesso em 10/05/2021.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97pp.

Cohen-Sachman et al. (2019). Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions. *Environmental Science and Policy* 98, 20-29. Elsevier.

Condesan (2021). Infraestrutura Natural para la Seguridad Hídrica. Disponível em: <https://condesan.org/programas-y-proyectos/infraestructura-natural-la-seguridad-hidrica/> Acesso em: 06/11/2021.

Eggermont, H. et al. (2015) Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, Volume 24, Number 4, pp. 243-248(6). <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>

Escobedo, F. J. et al. (2006). The socioeconomics and management of Santiago de Chile's public urban forests. *Urban For. Urban Green*. 4, 105-114. doi: 10.1016/j.ufug.2005.12.002

European Commission (EC) (2015). Horizon 2020 expert group on Nature-based solutions and re-naturing cities. Final Report: Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities. Brussels. Disponível em: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>>. Acesso em 13/06/2021.

- European Commission (EC) (2019). Pacto Ecológico Europeu. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=EN>>. Acesso em 6/11/ 2021.
- European Commission (EC) (2020a). Nature-Based Solutions - State of the Art in EU-Funded Projects; Publications Office of the European Union: Luxembourg.
- European Commission (EC) (2020b). Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380&from=EN>>. Acesso em 6/11/ 2021.
- European Commission (EC) (2021). Evaluating the impact of nature-based solutions, a handbook for practitioners. doi:10.2777/244577
- Fraga, G. R. (2020). Soluções baseadas na Natureza: elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras. Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.
- Faivre et al. (2017). Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. *Environmental Research*, Volume 159, November, Pages 509-518.
- Formiga-Johnsson, R.M. e Britto, A.L. (2020). Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro. *Urbanização, Planejamento e Mudanças Climáticas, Ambient. soc.* 23. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190207r1vu2020L6TD>
- Haase, D. et al. (2014). A quantitative review of urban ecosystem service assessments: concepts, models, and implementation. *Ambio* 43, 413-433. doi: 10.1007/s13280-014-0504-0
- Heinrichs, D., Nuissi, H., and Rodriguez Seeger, C. (2009). *Dispersión Urbana y Nuevos Desafíos para la Gobernanza (Metropolitana) en América Latina: El Caso de Santiago de Chile*. *Revista Eure* 104, 29-46. doi: 10.4067/S0250-71612009000100002
- Herzog, C.P. e Rozado, C.A. (2019). Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza: Soluções baseadas na natureza para cidades resilientes: da investigação à inovação e à execução. Disponível em: < <https://oppla.eu/sites/default/files/docs/Portuguese-EU-Brazil-NBS-dialogue-low.pdf>>. Acessado em 06/11/2021.
- Instituto Terra de Preservação Ambiental (ITPA, 2013). *Produtores de Água e floresta*. Disponível em <http://www.itpa.org.br/?page_id=497>. Acesso em 20/07/ 2021.

Molla, M. B. (2014). The value of urban green infrastructure and its environmental response in urban ecosystems: a literature review. *Int. J. Environ. Sci.* 4, 89-101.

Odeh, L.E. (2010). A comparative analysis of global north and global south economies. *Journal of Sustainable Development in Africa* (Volume 12, No.3) ISSN: 1520-5509 Clarion University of Pennsylvania, Clarion, Pennsylvania.

Picarelli, S. (2019). Mudança do clima e as soluções baseadas na natureza (SbN): medidas de adaptação para as cidades brasileiras. Qualificação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. São Paulo.

Ruangpan, L. et al. (2020). Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 20, 243-270, <https://doi.org/10.5194/nhess-20-243-2020>.

Pauleit, S. et al (2017). Chapter 3 Nature-Based Solutions and Climate Change - Four Shades of Green. In: Kabish et al., *Nature-based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas Linkages between Science, Policy and Practice*, Springer.

SUNASS (2021). Los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos en el sector saneamiento en el Perú: itinerario, lecciones aprendidas y desafíos pendientes (elaborado por: Gonzales-Zúñiga Guzmán, A.), en prensa.

Tzoulas, K. et al. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review. *Landsc. Urban Plan* 81, 167-178. doi: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.001

UICN (2016). Programa de la UICN 2017-2020 Aprobado por el Congreso Mundial de la Naturaleza septiembre de 2016. Disponível em: <https://www.iucn.org/sites/dev/files/sp-programa_de_la_uicn_2017-2020_aprobado.pdf> Acesso em 02/11/2021.

UICN (2020a). Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: Un marco sencillo para la verificación, diseño y ampliación del uso de las SbN. Primera edición. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Es.pdf>>. Acesso em 6/11/ 2021.

UICN (2020b). Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza acompaña el Estándar Global para proporcionar el fundamento científico y la orientación de los usuarios. Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/node/49075>>. Acesso em 06/11/2021.

United Nations Environment Programme (2021). *State of Finance for Nature 2021*. Nairobi.

Vásquez, A. et al. (2019). Green infrastructure planning to tackle climate change in

Latin American Cities, in *Urban Climates in Latin America*, (eds) C. Henríquez, and H. Romero (Cham: Springer), 329-354. doi: 10.1007/978-3-319-97013-4_13

WRI (2018). *Infraestrutura Natural para Água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro*.

WWDR (2018). *Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água, resumo executivo*. Programa Mundial das Nações Unidas para Avaliação dos Recursos Hídricos (World Water Assessment Programme). Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por>. Acesso em 6/11/2021

Taícia Helena Negrin Marques

Professora Associada, Departamento de Ordenamiento Territorial y Construcción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina

thnegrin@lamolina.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-7801-3651>

Daniela Rizzi

Senior Officer em Soluções baseadas na Natureza e Biodiversidade, ICLEI Europa

daniela.rizzi@iclei.org

<https://orcid.org/0000-0002-4434-9250>

Victor Ferraz

Consultor especializado em Biodiversidade, Áreas Protegidas e Soluções Baseadas na Natureza. Membro da diretoria do Instituto DFW Brasil e do Instituto Caapora - Cultivar, Preservar e Regenerar a Natureza

victor.biaggi.ferraz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1239-425X>

Cecilia Polacow Herzog

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

ceciliapherzog@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0064-0457>

Recebido em: 10/08/2021.

Aceito em: 04/12/2021.

LAS SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

UN EJEMPLO EN LA CIUDAD DE SAN SALVADOR

Leyla Zelaya Alegría

RESUMEN

San Salvador, capital de El Salvador, es una ciudad intermedia localizada en un área de montaña. Cuenta con un limitado sistema de drenaje en asentamientos no planificados en pendientes y quebradas, que resulta en inundaciones y deslizamientos, debido a las lluvias intensas en periodos cortos, cada vez más frecuentes. Una de las áreas con mayor incidencia de inundaciones urbanas en esta ciudad es la microcuenca del Arenal Monserrat; por lo que fue seleccionada para la implementación de medidas piloto de Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), bajo el proyecto City Adapt, ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. La implementación comenzó por la elaboración de un mapeo de actores, el desarrollo de una evaluación de vulnerabilidad de la microcuenca, consultas con grupos focales para conocer la percepción de riesgo, valoración de los ecosistemas presentes y su vinculación con los medios de vida utilizados por la población, la selección de las medidas SbN a implementarse en los niveles de cuenca, paisaje y comunidades locales y la identificación con el servicio ecosistémico que potencia; hasta su puesta en marcha y monitoreo y seguimiento.

Los principales resultados que se presentan son: i) una superficie intervenida de 451 hectáreas, entre diferentes ecosistemas como cafetales, bosque ripario y área urbana utilizada para siembra de árboles frutales; b) un volumen infiltrado de agua superficial de 284,984 m³ en un año, proveniente del agua recolectada en las zanjas de infiltración y en los pozos de absorción, construidos en la parte alta de la microcuenca; iii) un número total de árboles plantados de 54,529, entre café, árboles frutales y especies nativas.

Con estos resultados, el próximo paso es la incorporación de las medidas SbN en los procesos de planificación urbana en el mediano y largo plazo.

Palabras clave

Ciudad; Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN); Adaptación; Resiliencia climática; San Salvador.



SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

UM EXEMPLO NA CIDADE DE SAN SALVADOR

Leyla Zelaya Alegria

RESUMO

San Salvador, capital de El Salvador, é uma cidade intermediária localizada em uma área montanhosa. Possui sistema de drenagem limitado em assentamentos não planejados em encostas e riachos, o que resulta em inundações e deslizamentos de terra, devido às chuvas intensas em períodos curtos e cada vez mais frequentes. Uma das áreas com maior incidência de inundações urbanas nesta cidade é a microbacia Arenal Monserrat; Por esse motivo, foi selecionada para a implementação de medidas piloto de Soluções baseadas na Natureza (NBS), no âmbito do projeto City Adapt, executado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. A implementação começou com a elaboração de um mapeamento de atores, o desenvolvimento de uma avaliação de vulnerabilidade da microbacia, consultas com grupos focais para conhecer a percepção de risco, valorização dos ecossistemas presentes e sua ligação com os meios de subsistência utilizados pela população, a seleção das medidas de NBS a serem implementadas nos níveis de bacia, paisagem e comunidade local e a identificação com o serviço de ecossistema que ela aprimora; até o seu início e monitoramento e acompanhamento.

Os principais resultados apresentados são: i) uma área intervencionada de 451 hectares, entre diferentes ecossistemas como cafezais, mata ciliar e área urbana destinada ao plantio de árvores frutíferas; b) um volume infiltrado de água superficial de 284.984 m³ em um ano, proveniente da água captada nas valas de infiltração e nos poços de absorção, construídos na parte superior da microbacia; iii) um total de 54.529 árvores plantadas, entre café, frutíferas e espécies nativas.

Com esses resultados, o próximo passo é a incorporação das medidas do SbN nos processos de planejamento urbano de médio e longo prazo.

Palavras-chave

Cidade; Soluções Baseadas na Natureza (NBS); Adaptação; Resiliência Climática; San Salvador.



NATURE BASED SOLUTIONS

AN EXAMPLE FROM SAN SALVADOR CITY

Leyla Zelaya Alegría

ABSTRACT

San Salvador, capital of El Salvador, is an intermediate city located in a mountain area. It has a limited drainage system in unplanned settlements on slopes and streams, which results in floods and landslides, due to intense rains in short periods, which are increasingly frequent. One of the areas with the highest incidence of urban floods in this city is the Arenal Monserrat micro-watershed; For this reason, it was selected for the implementation of pilot interventions of Nature-based Solutions (NbS), under the City Adapt project, executed by the United Nations Environment Program. The implementation began with the elaboration of a mapping of actors, the development of a vulnerability assessment of the micro-watershed, consultations with focus groups to know the perception of risk, valuation of the ecosystems present and their link with the livelihoods used by the population, the selection of the NbS measures to be implemented at the basin, landscape and local community levels and the identification with the ecosystem services that it enhances; until its start-up and monitoring and follow-up.

The main results presented are: i) an intervened surface of 451 hectares, between different ecosystems such as coffee plantations, riparian forest and urban area used for planting fruit trees; b) an infiltrated volume of surface water of 284,984 m³ in one year, coming from the water collected in the infiltration ditches and in the absorption wells, built in the upper part of the micro-watershed; iii) a total number of trees planted of 54,529, among coffee, fruit trees and native species.

With these results, the next step is the incorporation of NbS measures in urban planning processes in the medium and long term.

Keywords

City; Nature-based Solutions (NbS); Adaptation; Climate Resilience; San Salvador.

INTRODUCCIÓN

El Salvador es el país más pequeño de Centroamérica y se encuentra localizado en el cinturón tropical dentro de la Zona de Convergencia Intertropical con lluvias promedio de 1,700 a 2,000 mm/año. Aproximadamente el 70% de la población vive en área urbana. Casi el 25% y el 65% del territorio posee una susceptibilidad muy alta, alta y moderada a inundaciones y deslizamientos, respectivamente (Kattán et al., 2017). Dentro se encuentra el Área Metropolitana de San Salvador (AMSS), un conglomerado de 14 municipios, uno de los cuales es San Salvador, la capital del país. En esta área se concentra el 27% de la población, el 70% de la inversión pública y privada en el 3% del territorio nacional, siendo el área urbana más extensa dentro del territorio nacional. Es en el AMSS, que se encuentra la microcuenca del río Arenal Monserrat, una zona que históricamente registra frecuentes inundaciones. Tiene un área de 54.98 km² con una población aproximada de 115,500 habitantes; se describe como una depresión en cuya altura más baja oscila los 635 m s.n.m. y su punto más alto, ligado al cráter del volcán de San Salvador los 1860 m s.n.m.; la conforma una parte importante de la ciudad de San Salvador, junto con Santa Tecla y Antiguo Cuscatlán (ver figura 1).

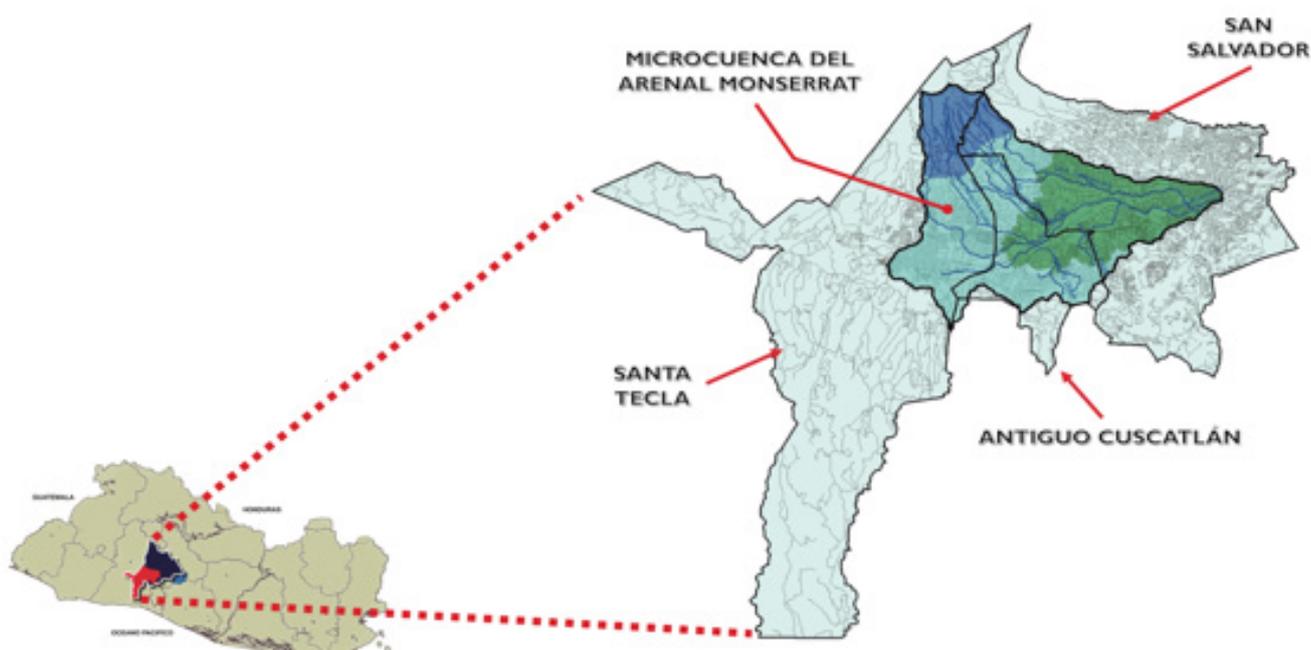


FIGURA 1.

Ubicación de la microcuenca del Arenal Monserrat, El Salvador.
Fuente: FUNDASAL, 2020.

Según Kattán et al., 2017, las causas de las inundaciones son complejas y variadas, entre las que destacan: la poca capacidad hidráulica del cauce en algunos tramos, la ubicación de construcciones ya sea dentro del cauce del río o dentro de la zona de inundación, las obras hidráulicas de capacidad reducida que generan represamiento de los caudales y el incremento de la escorrentía por los cambios de uso de suelo que se han producido en la parte alta y media de la cuenca.

Como una respuesta a las inundaciones que suelen darse en la parte baja de esta microcuenca, el gobierno de El Salvador construyó recientemente una laguna de laminación cuyo objetivo es retardar el flujo violento de agua y reducir el caudal pico, generando un flujo de agua de lluvia más uniforme. Tiene una capacidad de 220,000 m³ de agua.

Por otra parte, la rápida urbanización y la expansión asociada a las ciudades está afectando de forma negativa los ecosistemas y los servicios que estos brindan a las poblaciones urbanas. Como ejemplo de estas afectaciones se tienen la reducción de infiltración de agua, debido al aumento de la impermeabilidad de los suelos y, el aumento de la erosión del suelo por reducción de la cobertura vegetal.

Esta degradación de los ecosistemas se intensificaría cuando son considerados los escenarios de cambio climático para el país que establecen un aumento del promedio anual de temperatura, con las posibles olas de calor en la ciudad e incremento de incendios forestales; una reducción del promedio anual de precipitación, afectando el abastecimiento de agua debido a una menor infiltración; y un aumento de lluvias intensas en periodos cortos de tiempo, incrementando las posibilidades de inundaciones rápidas urbanas.

Bajo este contexto el proyecto City Adapt¹, a cargo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con financiamiento del Fondo del Medio Ambiente Mundial (GEF por su siglas en inglés), junto con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, promueve la resiliencia climática en áreas urbanas a través del desarrollo de intervenciones piloto de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en diferentes escalas territoriales: a nivel de cuenca, a nivel de paisaje y a nivel local; que permiten mostrar los beneficios y cobeneficios de estas intervenciones e incrementar la capacidad de las comunidades urbanas a adaptarse a los efectos del cambio climático. Asimismo, pretende el fortalecimiento de capacidades para la integración de las SbN dentro de la planificación urbana y el intercambio de conocimiento y concientización sobre estas medidas. Este proyecto se desarrolla también de forma simultánea en las ciudades de Xalapa, Veracruz, México y Kingston, Jamaica. Inició a finales del año 2017 y la fecha de finalización es 2022.

La implementación de SbN en ciudades son de reciente registro. Las ciudades necesitan priorizar las medidas de adaptación donde la implementación de estas se convierta en una solución que permita reconectar las ciudades con la naturaleza, para construir resiliencia y una mejor adaptación al cambio climático.

Estas medidas están interconectadas y no reemplazan las soluciones técnicas de infraestructura gris, como se conoce a las obras de ingeniería, sino que buscan la complementariedad o la eficiencia cuando se combinan.

1. www.cityadapt.com

Objetivo

La presente investigación tiene como objetivo mostrar algunos de los resultados de la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en la microcuenca Arenal Monserrat de San Salvador, El Salvador.

Hipótesis

Las acciones de SbN protegen a las comunidades vulnerables de los efectos del cambio climático y al mismo tiempo utilizan, mejoran y conservan los beneficios ambientales importantes para el bienestar humano, como son la provisión de alimentos y agua, aumento de infiltración de agua y el soporte a suelos productivos, así otros cobeneficios tales como el fortalecimiento de las capacidades organizativas de las comunidades y el incremento de la productividad.

METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS SBN PILOTOS

El proyecto inició con la construcción de una línea de base, preparando un mapeo de los actores y la identificación de la interacción entre ellos, que tuviesen alguna importante intervención para el alcance del objetivo del proyecto. Según Winograd et al. 2021 el mapeo de actores es indispensable para identificar a los actores clave en la planificación y toma de decisiones relacionadas con los riesgos y la vulnerabilidad de la ciudad y es una forma de asegurar la participación y el involucramiento de todos los actores implicados en la implementación, el mantenimiento, la financiación y el escalonamiento en otros sitios de la ciudad.

Cada medida SbN tiene su propio mapa de actores, ya que depende del territorio en donde se implementa dicha intervención, la institución sectorial con mayor vinculación a la misma y las alianzas reconocidas. Se recomienda su actualización conforme la ejecución de las intervenciones.

Como las intervenciones de adaptación son actividades que tienen como objetivo reducir la vulnerabilidad al (cambio del) clima a diferentes niveles - sectoriales, nacionales o locales (Fritzsche et al., 2016), se realiza la evaluación de vulnerabilidad socioambiental de esta microcuenca para identificar los puntos críticos de muy alta vulnerabilidad, donde convergen las áreas con mayores probabilidades de afectaciones por riesgos, las características sociales y económicas de la población y la capacidad adaptativa, medida esta última como la provisión de servicios ambientales que moderan los daños potenciales y permiten manejar los impactos adversos del cambio climático. El primer reconocimiento en esta evaluación es identificar los ecosistemas presentes

en el área y los diferentes servicios ecosistémicos que estos brindan. En la figura 2, se presenta el mapa de los ecosistemas en la microcuenca, siendo el 69% tejido urbano continuo; el 31% restante corresponde a cobertura vegetal, donde el 90% es cafetal, 2% es bosque latifoliado, 3% bosque ripario, 2% pastos y 3% suelo desnudo.

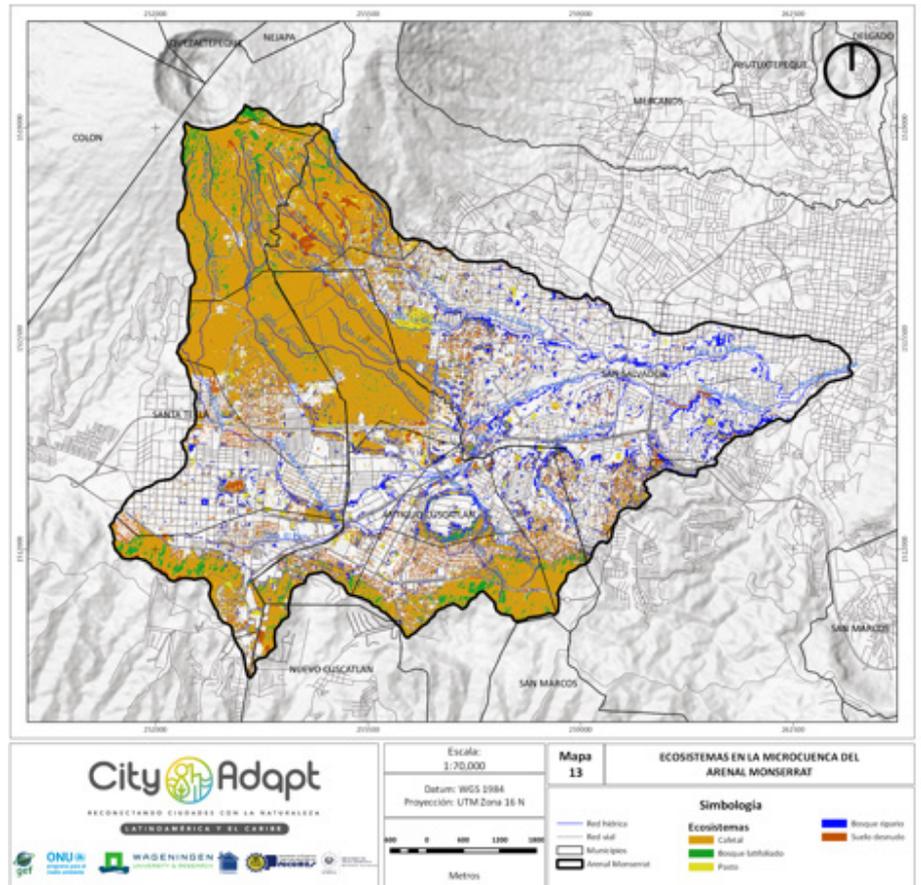


FIGURA 2.
Ecosistemas en la microcuenca del Arenal Monserrat, El Salvador.
Fuente: FUNDASAL, 2020.

En la figura 3 se presenta el mapa de vulnerabilidad socioambiental en la microcuenca. Las zonas marcadas con muy alta vulnerabilidad (de color rojo) y alta vulnerabilidad (de color naranja) se identifican, según Winograd et al., 2021, para el caso de San Salvador, sobre la base de población e infraestructuras en riesgo, recurrencia y magnitud de las inundaciones, incendios y deslizamientos. Un aspecto muy importante es el rol que la capacidad adaptativa tiene en la evaluación de vulnerabilidad ya que, si el impacto potencial es alto, pero cuenta con alta capacidad de adaptación, la vulnerabilidad de los habitantes y sus bienes será menor que en un sitio donde el impacto también es alto, pero no cuentan con esta capacidad de adaptación basada en la condición de sus ecosistemas (Winograd et al., 2021). Esta evaluación es de mucha importancia porque las ciudades son sistemas dinámicos que se enfrentan a impactos climáticos únicos, por lo que la adaptación debe ser un proceso específico del lugar en que se realice, con características

apropiadas para el contexto local; por lo tanto, la ciudad debe conocer el nivel de exposición y sensibilidad ante un conjunto de impactos, de tal manera que elabore políticas de respuesta e inversiones que permitan hacer frente a esas vulnerabilidades (The World Bank, 2011).

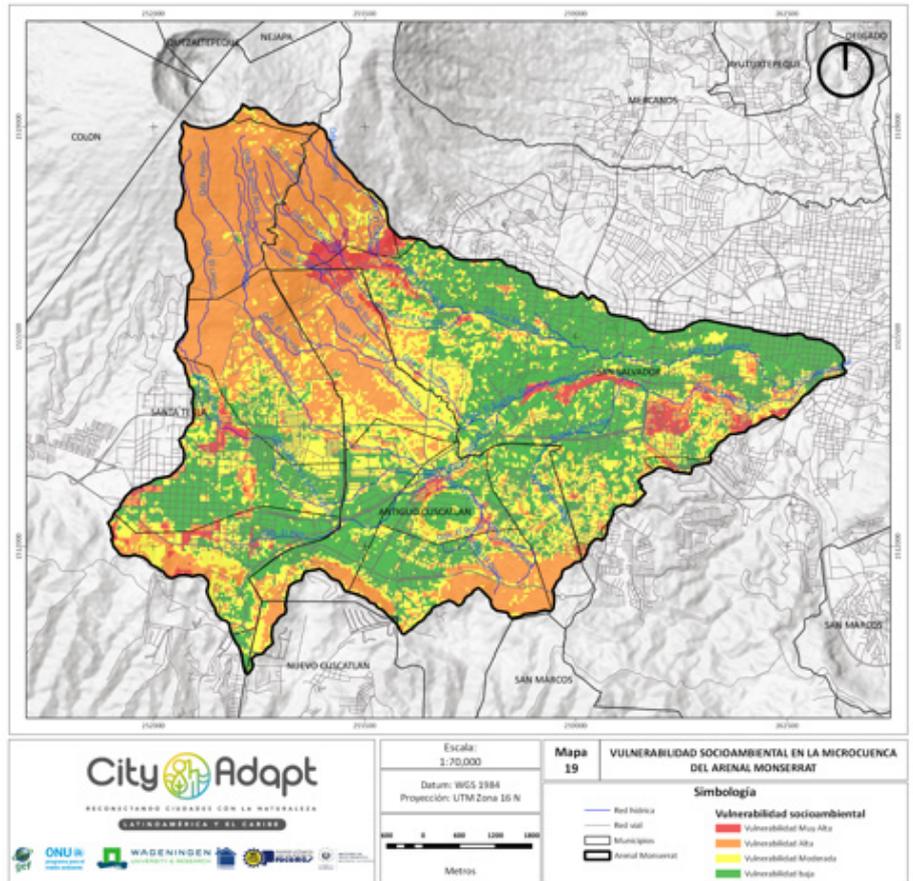


FIGURA 3.
Vulnerabilidad socioambiental
en la microcuenca del Arenal
Monserrat, El Salvador.
Fuente: FUNDASAL, 2020.

Junto con el análisis que vincula datos como temperatura y precipitación, con los atributos naturales y/o físicos del sistema, como pendiente, cobertura y tipo de suelos, índice de vegetación, entre otros (FUNDASAL, 2020); se desarrollaron 23 consultas con grupos focales y actores locales claves para la percepción del riesgo y cambios identificados en el clima dentro de la comunidad. Un resumen de los resultados se muestra en el gráfico 1. Esta consulta de las percepciones permite detonar una discusión abierta para identificar problemas y posibles soluciones (Winograd et al., 2021).

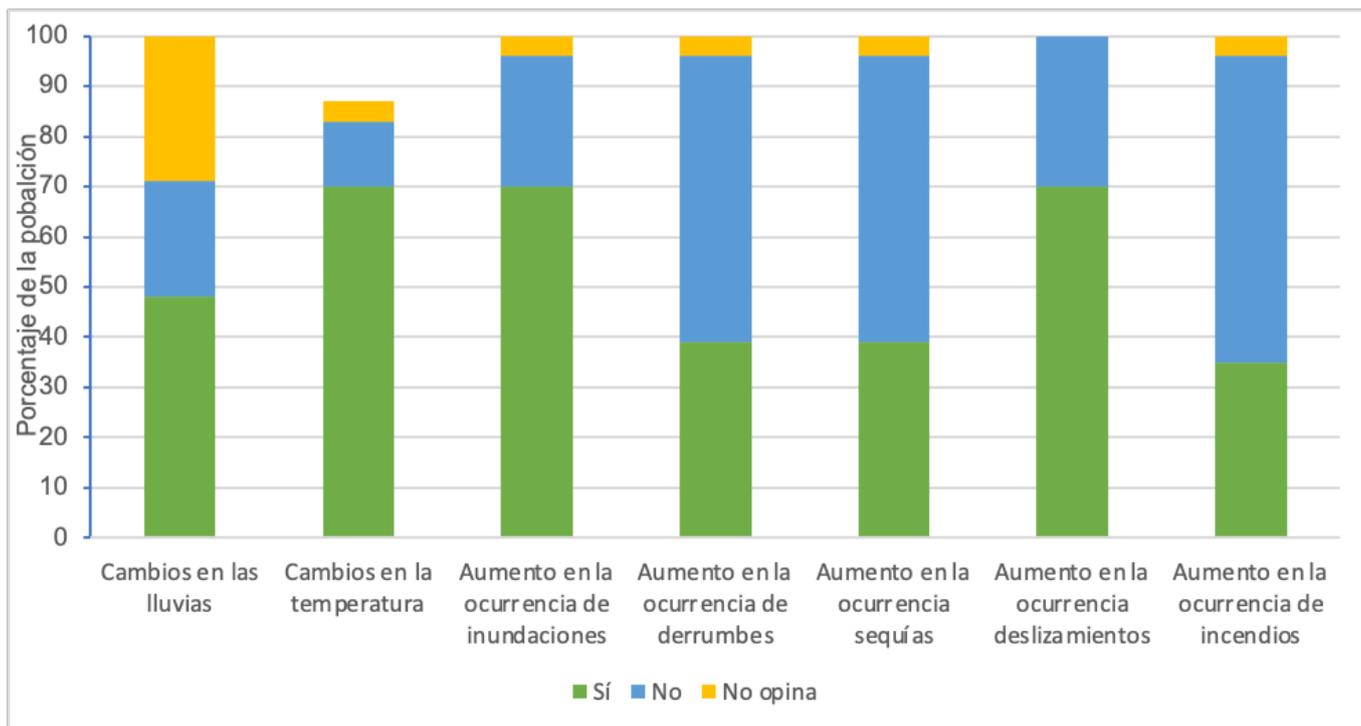


GRÁFICO 1.

Resumen del proceso de consulta sobre la percepción de riesgo con los actores locales.

Fuente: FUNDASAL, 2020.

Destaca la metodología desarrollada por el proyecto que permite indagar la dimensión social de la vulnerabilidad al cambio climático bajo un enfoque de género. Se llevó a cabo un piloto en una colonia urbana que se centró en el conocimiento de la población sobre los servicios ecosistémicos y posibles soluciones a la problemática climática. En la tabla 1 se presentan los beneficios ecosistémicos percibidos por grupos diferenciados por sexo y por edad como resultado del piloto realizado en la colonia IVU de San Salvador. Destacan los resultados de las mujeres y jóvenes sobre los servicios ecosistémicos.

Ecosistema	Grupo focal			
	Mujeres +18 años	Hombres +18 años	Mujeres 13-17 años	Hombres 13-17 años
Bosque ripario	Aprovisionamiento de alimentos Formación de suelo Regulación de erosión	Regulación del clima	Aprovisionamiento de alimentos Regulación del clima	Aprovisionamiento de alimentos Formación de suelo Regulación del clima
Suelo desnudo	Aprovisionamiento de alimentos	No identifican	Aprovisionamiento de alimentos	Aprovisionamiento de alimentos

TABLA 1.

Beneficios ecosistémicos percibidos por habitantes de la colonia IVU, San Salvador.

Fuente: FUNDASAL, 2020.

Posteriormente se realizó una valorización de los ecosistemas, así como la vinculación de los ecosistemas con los servicios ecosistémicos y los medios de vida utilizados por la población.

Para la identificación del estado de los ecosistemas y la urgencia de atención que estos demandan se usó la metodología de evaluación basada en la percepción de actores claves, recomendada por Adapt-Chile y Euroclima (2017). Esta es una aproximación cualitativa que se elabora en aquellas situaciones que no se cuenta con información referente a las interacciones biológicas con otros ecosistemas y especies, así como también por la falta de información y estudios que den cuenta de líneas de base sobre las cuales comparar los análisis, o bien que describan detalladamente los componentes y relaciones presentes en un ecosistema (Adapt-Chile y Euroclima, 2017).

TABLA 2.

Valoración de los ecosistemas de la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador.
Fuente: FUNDASAL, 2020.

En la tabla 2 se presenta el resumen de la valoración para cada uno de los ecosistemas presentes en la microcuenca.

Ecosistema	Estado actual	Urgencia de atención	Viabilidad	Priorización de intervención
Cafetales	Malo	Alta	Se cuenta con el apoyo de pequeños y medianos caficultores para la implementación de intervenciones de SbN	Alta
Bosque latifoliado	Malo	Alta	Se encuentra dentro o conecta con otros ecosistemas con los que se pueden hacer corredores. Altas tasas de biomasa y carbono	Alta
Bosque ripario	Malo	Alta	Identificación de actores claves con interés de restauración de los sitios. Limitado en área. Gran potencial	Alta
Pastos	Estable	Baja	Se encuentra dentro o conecta con otros ecosistemas con los que se pueden hacer corredores. Limitado en área poco potencial	Baja
Suelo desnudo	Estable	Alta	Posibilidad de promover la restauración de paisajes a nivel urbano, incremento de la cobertura vegetal dentro de la ciudad, y conexión con otros ecosistemas. Asimismo, por su degradación es importante su intervención para mitigar el impacto de eventos extremos	Alta

De esta valoración se concluye trabajar en 4 de los 5 ecosistemas presentes en la microcuenca, descartando pastos por tener poco potencial.

Es fundamental para la selección de las medidas SbN entender cómo los ecosistemas y los servicios que estos proveen son parte de, o soportan, los medios de vida y el bienestar de la población (Munroe et al., 2015). Es así como se hizo el ejercicio que se muestra en el diagrama de flujo, de la figura 4, partiendo de los ecosistemas principales de

la zona, los servicios ecosistémicos suministrados por cada ecosistema y la identificación de los medios de vida que la población utiliza en su mayoría en la parte alta de la microcuenca de estudio.

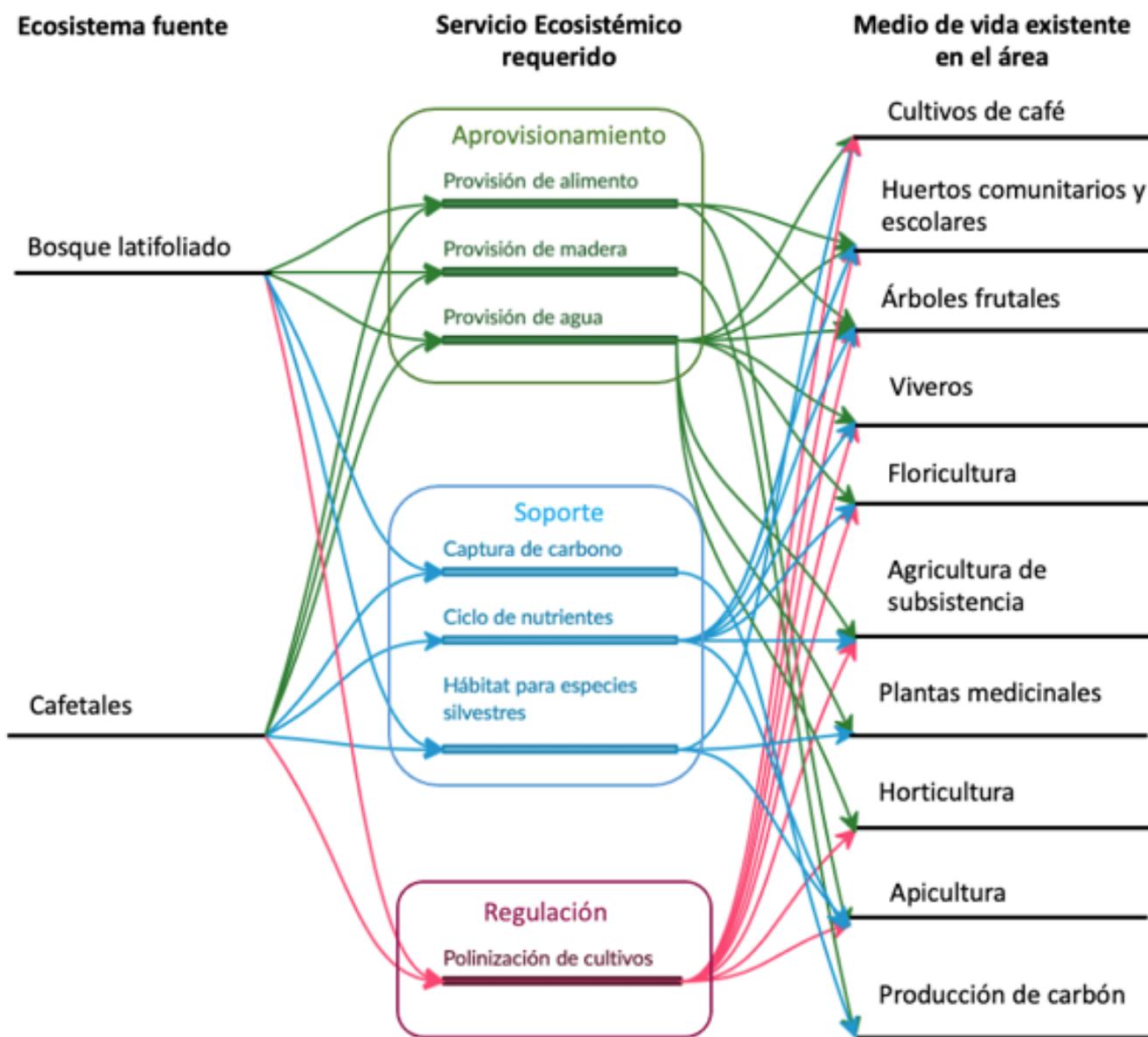


FIGURA 4.

Vinculación entre los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y el medio de vida en la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador. Fuente: Van Eupen et al., 2019

De esta manera, se identifican y seleccionan las medidas SbN que serán implementadas para aumentar la resiliencia ante el cambio climático, proporcionando al mismo tiempo múltiples cobeneficios ambientales y socioeconómicos. Los criterios de selección de las medidas SbN consideradas están vinculados con la atención a la población más vulnerable y su participación activa, perspectiva de género, mejora de los medios de vida de la población residente en el área, la facilitación de la conectividad en las áreas urbanas y periurbanas, la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad presentes en el área y su factibilidad económica y beneficios económicos, así como su viabilidad técnica y aceptación social (Zorrilla et al., 2018).

No existe un enfoque único para las SbN, sino una serie de estrategias, procesos y acciones acordes con los contextos y los niveles de decisión de cada ciudad. Por esta razón, es necesario explorar las diferentes opciones por medio de talleres participativos (Winograd et al., 2021). Para el caso se desarrollaron dos talleres: uno para exploración y el otro de validación de las medidas SbN a implementarse y contó con la participación de actores locales, instituciones y socios potenciales.

En la tabla 3 se presentan las medidas SbN que se implementan en la microcuenca. Estas se dividen según el alcance territorial (cuenca, paisaje, comunidades locales), el ecosistema que se interviene (cafetal, bosque latifoliado, bosque ripario y suelo desnudo) y los servicios ecosistémicos que se potencian con su implementación.

		SIMBOLOGÍA												
		Cafetales	Bosque Latifoliado	Bosque ripario	Suelo desnudo									
		Provisión de alimentos	Provisión de medicinas	Provisión de madera	Provisión de agua	Captura de carbono	Infiltración de agua y reducción de escorrentía	Control de erosión y sedimentación	Regulación clima y calidad del aire	Polinización	Moderación eventos extremos	Hábitat para especies	Ciclo de nutrientes	Recreación y ecoturismo
A nivel de cuenca														
	Agricultura sostenible en cafetales (incluye zanjas de infiltración)	●		●		●	●	●	●			●	●	●
	Restauración de ecosistemas críticos zona de amortiguamiento Parque Nacional El Boquerón		●	●		●	●	●	●		●			●
	Pozos de absorción						●							
A nivel de paisaje														
	Restauración de quebradas en la microcuenca del Arenal Monserrat	●	●				●	●	●	●		●	●	●
A nivel de comunidades locales														
	Sistemas de cosecha de agua en escuelas y comunidades				●						●			
	Sistemas de saneamiento ecológico				●						●			
	Huertos escolares y comunitarios	●	●							●		●		
	Siembra de árboles frutales	●								●		●		

TABLA 3.

Medidas SbN implementándose en la microcuenca del Arenal Monserrat, El Salvador, y servicios ecosistémicos que fortalece.

Fuente: FUNDASAL, 2020.

Para cada una de las medidas SbN implementadas se elabora un protocolo que incluye la descripción de la intervención, el procedimiento para su puesta en marcha, las amenazas climáticas que atiende, los cobeneficios sociales y económicos, los costos, los indicadores de reporte y los indicadores vinculados al servicio ecosistémico que se potencia con su aplicación y es factible medir. Estos protocolos son herramientas técnicas útiles para la replicación y escalamiento de estas intervenciones. En la tabla 4 se presenta un compilado de los protocolos elaborados que resume la información pertinente.

TABLA 4. Principales características de las medidas SbN implementadas en la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador.

Descripción	Amenazas atendidas ²	Impactos climáticos atendidos ³	Cobeneficios sociales y económicos	Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Agricultura sostenible en cafetales					
Incluye repoblación de árboles de café, siembra de árboles frutales y made-rables para som-bra y elaboración de medidas de conservación de suelos como barreras vivas y muertas	Cambios en patrones de lluvia Lluvias intensas Extremos de calor	Sequías Erosión Aumento de plagas	Mayor insumo Producción	Superficie intervenida (ha) Número de árboles de café Número de árboles frutales	Productividad (ton/ha)
Zanjas de infiltración					
Son canales de forma trapezoi-dal de 30 cm x 40 cm x 40 cm, construidas a nivel en dirección transversal a la pendiente	Cambios en patrones de lluvia Lluvias intensas	Daños a cultivos Inundacio-nes Erosión	Mayor insumo Disponibilidad de agua Empleo	Metros lineales construidos	Cantidad de agua de escorrentía recolectada Humedad del suelo Presencia de materia orgánica
Restauración ecosistemas críticos					
Intervención en zonas degrada-das, usando téc-nicas que pro-mueven la suce-sión ecológica y devuelven el me-canismo de auto-rregulación del ecosistema y sus interacciones	Cambios en patrones de lluvia Cambios bruscos de temperatura Lluvias intensas	Erosión Desliza-mientos Menor disponibi-lidad de agua	Empleo Turismo	Superficie restaurada (ha) Número de árboles	Tasa de crecimiento (%)
Pozos de absorción					
Son excavacio-nes cilíndricas de 3 metros de profundidad por 2 metros de diá-metro, rellenas con material per-meable (grava, arena, geotextil NT1600), que permite la infiltra-ción de agua de lluvia directa-mente al suelo	Cambios en patrones de lluvia Lluvias intensas	Erosión Menor disponibi-lidad de agua Inundacio-nes	Mayor insumo Empleo	Cantidad de pozos construidos	Área de captación (m ²) Volumen infiltrado (m ³)
Restauración de quebradas					
Siembra de vegetación arbórea o arbustiva en aquellos sitios desprovistos de cobertura y alrededor de la red hídrica local	Cambios en patrones de lluvia Extremos de calor	Incremento de temperatu-ras a nivel local Inundacio-nes Erosión Desliza-mientos	Mayor insumo	Superficie restaurada (ha) Número de árboles	Tasa de crecimiento (%)

Continúa

2. Son los factores del clima en el que los humanos tienen poco control.

3. La consecuencia de la manifestación de las amenazas climáticas en el contexto humano.

TABLA 4. (CONTINUACIÓN)

Principales características de las medidas SbN implementadas en la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador.

Descripción	Amenazas atendidas ²	Impactos climáticos atendidos ³	Cobeneficios sociales y económicos	Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Sistemas de cosecha de agua de lluvia (SCALL) en escuelas y comunidades					
Son sistemas que captan el agua de lluvia de techos mediante canales y tubos que la almacenan en un tanque o cisterna, pasando por filtros que limpian y habilitan el agua para consumo	Cambios en patrones de lluvia Extremos de calor Lluvias intensas	Menor disponibilidad de agua Inundaciones Erosión Deslizamientos Daño y/o pérdida de cultivos	Mayor insumo Cohesión social Educación Incendios	Cantidad de sistemas instalados (número)	Demanda de agua sin SCALL (m ³) Número de personas directamente beneficiadas Ahorro en el costo del servicio de agua potable (US\$) Volumen de agua utilizado para consumo humano (m ³) Volumen de agua utilizado para actividades productivas (m ³)
Sistema de saneamiento ecológico					
Son pequeños humedales, con plantas propias de sitios inundables, que permite limpiar y filtrar el agua residual o jabonosa	Cambios en los patrones de lluvia	Menor disponibilidad de agua	Mayor insumo Disponibilidad de agua Cohesión social	Cantidad de sistemas instalados	Volumen de agua filtrada (m ³ /año)
Huertos					
Es una parcela de tierra utilizada para el cultivo y cosecha de alimentos	Cambios bruscos de temperatura Extremos de calor Lluvias intensas	Menor seguridad alimentaria Pérdida de productividad Necesidad de mayores insumos	Mayor insumo Cohesión social Educación	Cantidad de huertos instalados Número de cosechas obtenidas durante el periodo de implementación	Porcentaje de alimento utilizado para el consumo escolar o familiar
Siembra de árboles frutales					
Se realiza en zonas para recuperar cobertura arbórea y obtención de alimentos	Cambios bruscos de temperatura Extremos de calor Lluvias intensas	Menor seguridad alimentaria Pérdida de productividad Necesidad de mayores insumos	Mayor insumo Cohesión social	Superficie plantada (ha) Número de árboles	Tasa de crecimiento (%)

Fuente: elaboración propia

Una vez construidas y funcionando las medidas SbN, se desarrolla un seguimiento y monitoreo sobre la base de los indicadores establecidos en los protocolos.

En la figura 5 se presentan los lugares seleccionados donde se implementan o se implementarán las medidas SbN piloto por parte del proyecto City Adapt en la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador.

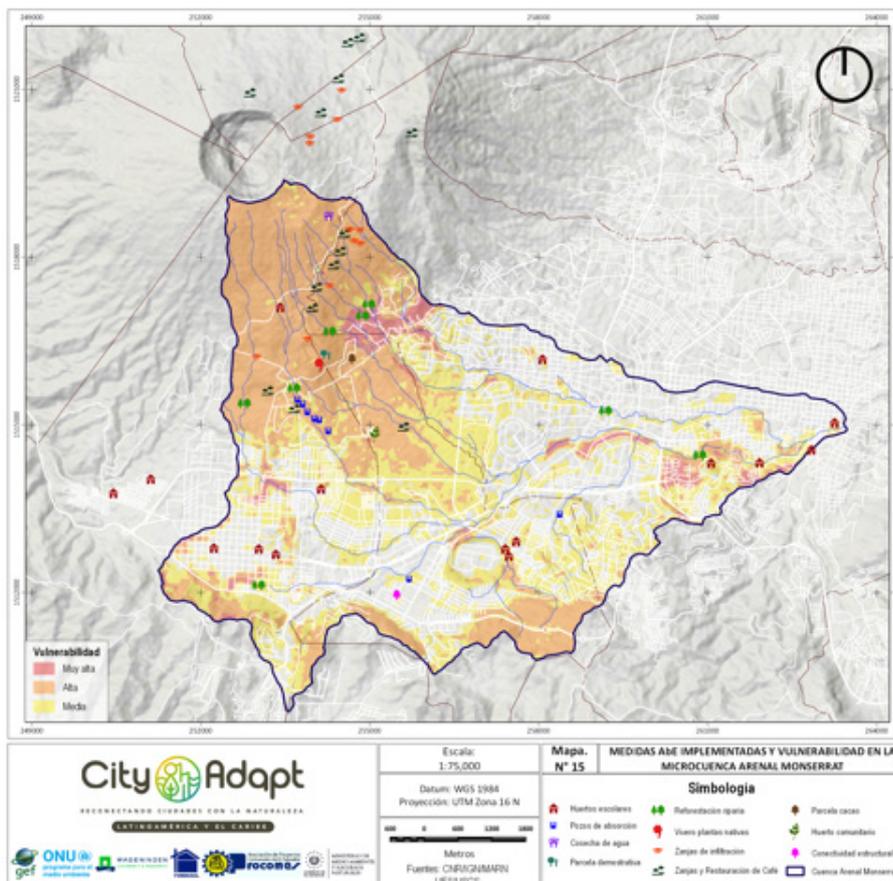


FIGURA 5.

Lugares de implementación de las medidas SbN por parte del proyecto City Adapt, en la microcuenca Arenal Monserrat, El Salvador.
Fuente: elaboración propia.

FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL E INTEGRACIÓN DE LAS SBN EN LA PLANIFICACIÓN URBANA

Según (Winograd et al., 2021) para asegurar la incidencia y sinergias con otras políticas, programas y soluciones, el escalonamiento es una etapa fundamental para asegurar la implementación y el impacto, y así demostrar que las soluciones van más allá de acciones puntuales o anecdóticas.

Este es un proceso que se lleva en la actualidad: capacitación a los funcionarios de los gobiernos locales sobre las SbN y desarrollo de la estrategia de escalonamiento en las municipalidades, que no es más que la incorporación de las SbN en el proceso de planificación urbana en el mediano y largo plazo.

OTRAS MEDIDAS SBN

El proyecto ha preparado otras herramientas de comunicación y educativas, para fortalecimiento de capacidades, de asistencia técnica y para elaboración de planes de integración de las Sbn en las municipalidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN⁴

De acuerdo con la selección se presentan a continuación en las tablas 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11, los resultados para las medidas Sbn implementadas. Las que no se describen son aquellas que no presentan notables avances, para el caso, la restauración de ecosistemas críticos y los sistemas de saneamiento ecológico. Cada resultado presenta una descripción que trata de dar detalles a las intervenciones.

Finalmente, los valores obtenidos en el marco de monitoreo y seguimiento son utilizados para mejorar los diseños mismos de las intervenciones, como el caso de los pozos de absorción, y son revisados con frecuencia para documentar estas intervenciones.

TABLA 5.
Agricultura sostenible en cafetales.

Indicadores de implementación ⁵	Indicadores de impacto ⁶
Superficie intervenida: 437.33 ha	Productividad (ton/ha): ND ⁷
Número de árboles de café: 46,050	
Número de árboles frutales: 3,125	

Incluyó la elaboración de barreras vivas construidas con curarina (Sansevieria) y flor de izote (Yucca elephantipes) y barreras muertas, elaboradas con piedras, bambú o troncos de árboles grandes, para la estabilización de la pendiente; la replantación de árboles de café y la implementación de prácticas agroecológicas (figura 6). La selección de las variedades de café a plantar fue realizada de común acuerdo con los caficultores. Estas fueron Costa Rica 95, Catisic, Cuscatleco y Anacafé 14. Estas variedades poseen características microclimáticas y de altura, con alto potencial de calidad, rendimiento y resistencia a algunas enfermedades o plagas.

Los 1,619.80 metros lineales de barreras vivas y muertas construidas en una tan sola finca que ha tenido un proceso de erosión severo, posterior a un incendio forestal, soportaron las lluvias intensas de las tormentas Amanda y Cristóbal (una precipitación total de más de 800 mm en el área, durante la semana del 29 de mayo al 6 de junio de 2020).

Un aspecto pendiente por evaluar es la productividad del café. En este tema, los caficultores participantes afirman que las plantas cercanas a

4. El periodo de reporte es 2019 y 2021 a la fecha. En el 2020 debido a la pandemia COVID19 retrasó e impactó varias intervenciones.

5. Con base en la tabla 4.

6. Con base en la tabla 4.

7. ND: No determinado aún.

las zanjas de infiltración, otra medida SbN implementada, han reverdecido sus hojas y están cargadas de frutos, por lo que se espera un aumento en la productividad.



FIGURA 6.

Barreras vivas y muertas. Finca Los Robles. San Salvador. El Salvador.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Metros lineales construidos: 39,167.76	Cantidad de agua de escorrentía recolectada (para un periodo de 148 días de lluvia/año ⁸): 280,190.00 m ³ /año
	Humedad promedio del suelo: 34% [21.65%- 54.8%] ⁹
	Presencia de materia orgánica: 0.17%

Se construyen en las áreas cafetaleras, en la zona alta de la microcuenca, en terrenos con pendientes de 10% a 40%, ya que en terrenos con mayor pendiente se dificulta su elaboración y manejo; y en terrenos con textura franca (suelos con una gran cantidad de materia orgánica) que dejen infiltrar fácilmente el agua. La capacidad de infiltración de la zanja es la cantidad máxima de agua superficial que puede absorber un suelo en determinadas condiciones. Este valor es variable en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma el suelo y la compactación que tiene el mismo.

Para la determinación de humedad se desarrollaron mediciones en zanjas de la siguiente manera: dentro de la zanja, a 5 metros hacia arriba y a 5 metros hacia debajo de la zanja y a 10 metros entre zanja (como punto central entre zanjas ya que cada zanja medida está a un distanciamiento de 20 metros). El resultado fue que el mayor porcentaje de humedad se encuentra en la parte baja de la pendiente.

8. Se utilizan 148 días de lluvia, ya que este es el registro del año 2020 de la Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

9. Valor mínimo y valor máximo.

En el lugar donde se realizan estas medidas, en la zona alta de la microcuenca, se ha establecido una zona experimental para la medición de la tasa de erosión/sedimentos. Son tres parcelas: una sin medidas, otra con una barrera viva y la última con una zanja de infiltración. Esta medición se realiza a lo largo del proyecto hasta su conclusión.

Sobre la efectividad de las zanjas, se evaluaron luego del paso de las tormentas Eta e Iota que afectó al país a finales del 2020 y se encontraban en óptimas condiciones.

Finalmente, sobre la presencia de materia orgánica, se determinó en una zanja de 2,500 metros lineales, un 0.17 %, medido como valor promedio a 3 alturas: al inicio, en la parte intermedia y final de la zanja. Este dato se seguirá monitoreando.

TABLA 7.
Pozos de absorción.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Cantidad de pozos construidos: 6	Volumen infiltrado (para un periodo de 148 días de lluvia/año): 3,314.82 m ³ /año
Área de captación: 7,538 m ²	

Están ubicados en áreas con mayores potenciales de recarga acuífera. El terreno de implementación son suelos limo arenosos, con una conductividad hidráulica de 22 mm/h hasta 240 mm/h, catalogada de moderada a alta, así como un área de captación de cada pozo superior a los 1,000 m² en promedio, para obtener un mejor aprovechamiento del agua de lluvia.

Para cada uno de los pozos se desarrollan previamente pruebas de infiltración a nivel superficial, pruebas de infiltración en el fondo del pozo y medición topográfica con estación total.

TABLA 8.
Restauración de quebradas con vegetación riparia.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Superficie restaurada: 12.95 ha (equivalentes a 5,183 metros lineales de quebradas)	Tasa de crecimiento: 40% [10% - 80%]
Número de árboles: 4,565	

La selección de los tramos de quebradas a restaurar dependió de criterios como disponibilidad de espacio, acceso y participación de la comunidad. Asimismo, las especies seleccionadas para la siembra cumplen criterios ecológicos necesarios para resistir las condiciones climáticas en el medio. Destacan especies como amate (*Ficus cotinifolia*), chilamate (*Sapium macrocarpum*), pepeto de río (*Inga vera*), sauce (*Salix humboltiana*), níspero (*Manikara zapota*), quebracho (*Lysiloma divaricatum*), pacaya (*Chamedorea tepejilote*) y el platanillo (*Heliconia rostrata*), entre otros.

Esta medida es la que menos éxito alcanzó porque el periodo de cuarentena y las lluvias intensas que impactaron el territorio nacional afectó el cuidado y mantenimiento de las plantas sembradas en el año 2019. Lo rescatable es que las especies que sobrevivieron, todas nativas, y que hoy día se recomiendan en una guía para restauración riparia elaborada por el proyecto.

TABLA 9. Sistema de cosecha de agua de lluvia (SCALL) en escuelas.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Cantidad de sistemas instalados: 3	Demanda de agua sin SCALL: 16,998.91 m ³ /año
	Número de personas directamente beneficiadas: 3,162
	Ahorro en el costo del servicio de agua potable (para un periodo de 148 días de lluvia/año): 540.81 US\$/año

Los sistemas de cosecha de agua de lluvia cuentan con un almacenamiento de agua de 10 m³, bomba centrífuga y tanque hidroneumático, filtro para sedimentos y filtro doble para potabilizar el agua.

En esta medida el beneficio es mayor que el ahorro en el servicio de abastecimiento de agua potable que el indicador muestra (dado que este servicio es subsidiado por la empresa nacional), debido a la oportunidad de que la comunidad educativa cuente con agua potable en la jornada diaria durante el año escolar, del cual anteriormente carecían.

TABLA 10. Huertos.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Cantidad de huertos instalados: 6 [5 escolares y 1 comunitario]	Número de cosechas obtenidas durante el periodo de implementación: 93
	[9 - 31] ¹⁰
	Porcentaje de alimento utilizado para el consumo escolar o familiar: 100%

Se implementaron en el 2019, 6 huertos escolares con cosecha de entre 8 a 12 variedades que incluye vegetales y plantas aromáticas. Tienen como finalidad, además de enfatizar en los medios de vida resilientes al clima y ser utilizados como herramienta de educación ambiental, focalizar en el aprendizaje de los servicios ecosistémicos que son brindados a través de huertos resilientes. Cuentan con sistema de riego por goteo para eficiencia del recurso hídrico y desarrollan un manejo agroecológico. Debido a la pandemia y a la ausencia de las comunidades educativas, han sido retomados para su reactivación.

¹⁰. Valor mínimo y valor máximo.

Sobre el huerto comunitario, este está a cargo de las mujeres de una cooperativa cafetalera y cuenta con 12 variedades. Este huerto, además del sistema de riego por goteo, tiene un sistema de cosecha de agua de lluvia de 2.5 m³ de capacidad. Las variedades para cultivar son seleccionadas por los mismos responsables del huerto.

TABLA 11.
Siembra de árboles frutales.

Indicadores de implementación	Indicadores de impacto
Superficie plantada: 1,647 m ²	Tasa de crecimiento: 40%
Número de árboles: 789	

Se plantaron en espacios urbanos y periurbanos en el 2019. Al igual que la restauración riparia, la pandemia impactó en el manejo de estos cultivos. Destaca la siembra de plantas de cacao (*Theobroma cacao*) en el presente año, en una parcela a 1100 m s.n.m., aún cuando la recomendación es que este cultivo no produce más arriba de los 900 m s.n.m. Con esta actividad y con la asesoría técnica adecuada, se muestra que las condiciones climáticas en el territorio han cambiado y por consiguiente las características bioclimáticas que permiten el crecimiento a ciertos cultivos también; así como demostrar una nueva medida SbN, como la diversificación de los cultivos, haciendo dupla con el café, para buscar mejoras en la productividad y aumentar ingresos al agricultor.

CONCLUSIONES

Las medidas SbN piloto implementadas en la ciudad de San Salvador son multifuncionales. Así, por ejemplo, el volumen infiltrado de agua recolectada en varias de las intervenciones se toma como manejo de la escorrentía superficial, reducción de vulnerabilidad a inundaciones, mantención de la humedad del suelo y recarga del acuífero; y los árboles plantados tienen como finalidad una mayor provisión de alimentos, regulación del clima, mejora en el hábitat para especies y en el ciclo de nutrientes y captura de carbono.

Las medidas SbN piloto implementadas son locales y específicas para el contexto donde se ejecutan. Para este fin, se elaboró el análisis de vulnerabilidad socioambiental, que incluyó los riesgos climáticos y la capacidad adaptativa, unido a la ubicación de las áreas más vulnerables, para así seleccionar las medidas SbN más adecuadas según el nivel territorial de cuenca, paisaje y comunidad local.

Las medidas SbN piloto implementadas han sido innovadoras para las comunidades participantes. Un ejemplo son las zanjas de infiltración para los caficultores de la zona. Con base a la experiencia generada por el proyecto, ahora relacionan esta intervención con aumento de humedad y

nutrientes en el suelo, mejoras en la productividad y particularmente reducción de la escorrentía superficial, evitando de esta forma erosión hídrica y pérdida de la capacidad productiva de las tierras agrícolas y posibles deslizamientos en la parte baja de la microcuenca, aunado con beneficios económicos, producto de la elaboración de dichas intervenciones.

El monitoreo y seguimiento de las medidas SbN incluye indicadores fáciles de medir y de bajo costo a nivel local. Se sugiere añadir algunos otros de carácter cualitativo, que muestren y valoren por parte de los actores principales dichas medidas y sus servicios ecosistémicos implementados y mejorados y finalmente otros indicadores medibles en el largo plazo que permitan observar los beneficios sociales y ambientales de la adaptación. Esta última consideración sobrepasa el periodo de ejecución del proyecto por lo que se diseña una estrategia para sostener y monitorear estos indicadores mediante la implementación a través de las mismas comunidades beneficiarias o a través de un programa de investigación con una institución académica.

REFERENCIAS

Adapt-Chile y Euroclima (2017). Municipios y cambio climático: la adaptación basada en ecosistemas. Serie de Estudios Temáticos EUROCLIMA N°11. Adapt-Chile y Programa EUROCLIMA de la Comisión Europea.

FUNDASAL (2020). Diagnóstico socioambiental de comunidad IVU (en consulta).

FUNDASAL (2020). Evaluación de vulnerabilidad socioambiental en la microcuenca del Arenal Monserrat. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M., Kahlenborn, W. (2016). El libro de la vulnerabilidad. Concepto y lineamientos para la evaluación estandarizada de la vulnerabilidad. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Kattán, C., Menjívar, L., Molina, G., Peñate, Y., Estrada, A., Morán, I., Chávez, T., Arriola, B., Cruz, D., Vides, F., Canales, C., Díaz, M., Gutiérrez, E., Hernández, D., Marroquín, G., Gavidia, F., García, L., Ayala, P., Cerón, R., ... Cañas, A. (2017). Informe nacional del estado de los riesgos y vulnerabilidades. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Munroe, R., Hicks, C., Doswald, N., Bubb, P., Epple, C., Woroniecki, S., Bodin, B., Osti, M. (2015). Guía para la integración del papel de los ecosistemas en la evaluación del impacto y la vulnerabilidad al cambio climático como aporte para la adaptación basada en ecosistemas. UNEP-WCMC.

The World Bank (2011). Guide to Climate Change Adaptation in Cities.

Van Eupen, M., Winograd, M., Zelaya, L., Moneo, M., Drouault, O. (2019). Arenal Monserrat, San Salvador: Soluciones basadas en la naturaleza. Exploración, ejemplo de identificación e implementación en la microcuenca (Storymap). <https://cityadapt.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=18afd2ddea874133881f0c12baa7cfe7>

Winograd, M., Figueroa-Arango, C, Van Eupen, M., Hardoy, J. (2021). Soluciones basadas en la Naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe - Guía metodológica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina para América Latina y el Caribe.

Zelaya, L. (2021). Las soluciones basadas en la naturaleza en la ciudad. Guía para la implementación de medidas en el Área Metropolitana de San Salvador (en consulta).

Zorrilla, M., Kuhlmann, A., Cuevas Guillaumin, G., De la Garza, C., Echaniz Arciga, M. (2018). Guía de uso y difusión. Metodología para la priorización de medidas de adaptación frente al cambio climático. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Leyla Zelaya Alegría

Magister Scientie en Gestión Ambiental de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Ingeniera Química de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, San Salvador, El Salvador. Coordinadora Nacional Proyecto City Adapt San Salvador.

leyla.zelaya@un.org

<https://orcid.org/0000-0001-7991-3950>

Recebido em: 10/09/2021.

Aceito em: 05/12/2021.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN) E DRENAGEM URBANA EM CIDADES LATINO-AMERICANAS

DESAFIOS PARA IMPLEMENTAR SOLUÇÕES FLUIDAS EM AMBIENTES RÍGIDOS

Valéria Nagy de Oliveira Campos

RESUMO

Este artigo tem como tema a adoção de soluções baseadas na natureza (SbN) na drenagem de águas pluviais em cidades da América Latina, considerando que as SbN prestam serviços ambientais e contribuem para tornar as cidades mais resilientes. Pondera que, como evidenciado pelo confronto entre a realidade do setor e o desejável para sua adoção, existem questões a enfrentar tais como a falta de visão sistêmica na estrutura governamental e a inadequação do arranjo institucional responsável pelo setor. Objetivando aprofundar a reflexão sobre a adoção de SbN, em especial do ponto de vista da ação governamental em bacias "metropolizadas", adota-se São Paulo e Cidade do México como estudos de caso. Tal reflexão apoia-se na revisão bibliográfica sobre aspectos conceituais e sobre a difusão e assimilação do tema na América Latina, bem como no exame de documentos relacionados à adoção de SbN na drenagem urbana e na adaptação a eventos extremos nas áreas de estudo. Como resultado, além da identificação dos desafios locais, a pesquisa indica como oportunidade aberta a existência do Comitê de Bacia Hidrográfica Alto Tietê e do *Consejo de Cuenca del Valle de México*, os quais podem incorporar o tema de modo mais incisivo em sua pauta. Aponta ainda que aproveitar esta oportunidade trará ganhos ao processo: por um lado, pode-se valer da experiência destes arranjos com processos participativos e, por outro, com a adoção de processos de cocriação, pode-se aprimorar os procedimentos destes colegiados e, por extensão, a governança. Contudo, o cenário, embora favorável, ainda está sendo delineado.

Palavras-chave

Soluções baseadas na natureza - SbN; Adaptação; Drenagem urbana; Cocriação; Governança



SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA (SbN) Y DRENAJE URBANO EN LATINOAMÉRICA

RETOS PARA IMPLEMENTAR SOLUCIONES FLUIDAS EN AMBIENTES RÍGIDOS

Valéria Nagy de Oliveira Campos

RESUMEN

Este artículo tiene como tema la adopción de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en el drenaje urbano en América Latina. Considera que las SbN prestan servicios ambientales y contribuyen para aumentar la resiliencia de las ciudades. Asimismo, considera que, como lo evidencia el enfrentamiento entre la realidad del sector y lo deseable para su adopción, existen temas a enfrentar como la falta de visión sistémica en la estructura de gobierno y la inadecuación del arreglo institucional responsable del sector. Con el objetivo de profundizar la reflexión sobre la adopción de SbN, especialmente desde el punto de vista de la acción del gobierno en las cuencas "metropolizadas", se adoptan como casos de estudio São Paulo y Ciudad de México. Dicho análisis está respaldado por la revisión de la literatura sobre aspectos conceptuales y sobre la difusión y asimilación del tema en América Latina, así como en el examen de documentos relacionados con la adopción de SbN en el drenaje urbano y la adaptación a eventos extremos en las áreas de estudio. Como resultado, además de identificar los desafíos locales, la investigación señala como una oportunidad abierta la existencia del Comité de Cuenca del Alto Tietê y el Consejo de Cuenca del Valle de México, que pueden incorporar de manera más incisiva el tema en su agenda. El análisis indica también que aprovechar esta oportunidad traerá ganancias a lo largo del proceso: por un lado, se puede aprovechar la experiencia de estas instancias con procesos participativos y, por otro, la adopción de procesos de co-creación puede mejorar los procedimientos de estos órganos colegiados y, por extensión, la gobernanza. Sin embargo, el escenario, aunque favorable, aún se está perfilando.

Palabras clave

Soluciones basadas en la naturaleza - SbN; Adaptación; Drenaje urbano; Co-creación; Gobernanza



NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS) AND URBAN DRAINAGE IN LATIN AMERICA

CHALLENGES TO IMPLEMENT FLOW SOLUTIONS INSIDE AN INFLEXIBLE ARRANGEMENT

Valéria Nagy de Oliveira Campos

ABSTRACT

This article focuses on the adoption of nature-based solutions (NbS) to address rainwater drainage in Latin American cities. It considers that the NbS provide environmental services and contribute to making cities more resilient. It also ponders that, as evidenced by the confrontation between the reality of the sector and what is desirable for their adoption, there are issues to be faced, such as the lack of systemic vision in the government structure and the inadequacy of the institutional arrangement responsible for the sector. Aiming to deepen the reflection on the adoption of NbS, especially from the point of view of government action in "metropolized" basins, São Paulo and Mexico City are adopted as case studies. This analysis is supported by the literature review on conceptual aspects and on assimilation of the theme in Latin America, as well as on the assessment of documents that concern the use of NbS in urban drainage and adaptation to extreme events in these areas. As a result, in addition to identifying local challenges, the research indicated as an open opportunity the existence of the Alto Tietê River Basin Committee and the Mexico Valley Basin Council, which can incorporate the topic more incisively into their agenda. It is considered that taking advantage of this opportunity will bring gains throughout the process: on the one hand, these arrangements already have experience in participatory processes, and, on the other hand, the adoption of co-creation processes can improve the procedures of these committees and, by extension, the governance. However, the scenario, although favorable, is still being outlined.

Keywords

Nature-based solutions - NbS; Adaptation; Urban drainage; Co-creation; Governance



INTRODUÇÃO

Uma das questões cruciais a ser enfrentada, na atualidade, refere-se aos impactos dos eventos extremos decorrentes das mudanças climáticas, como inundações, secas e ondas de calor, que estão ocorrendo com maior frequência e intensidade em diferentes áreas do planeta. Tais eventos são sentidos de modo mais efetivo pela população local e pelas infraestruturas urbanas, pondo a resiliência das cidades à prova. Isto fica mais evidente especialmente nas bacias urbanizadas – e metropolizadas – em que às incertezas soma-se a complexidade decorrente da sobreposição de escalas, interferências administrativas, dentre outros conflitos.

Trata-se de uma questão transversal que demanda uma mudança de paradigma na relação homem e natureza, apoiada mais na convivência do que no domínio, a qual deve incidir na gestão das águas, de modo geral, e na drenagem urbana, de modo particular. Entretanto, adotar uma abordagem sistêmica não implica apenas uma decisão técnica; requer, sobretudo, vontade política e social.

Nos países do chamado Sul Global, como os da América Latina, este assunto se amplifica uma vez que os impactos destes eventos nos sistemas natural e humano agregam-se aos intrincados problemas socioambientais, econômicos e políticos pré-existentes, acirrados pela pandemia de Covid-19.

Contudo, apesar desta conjuntura, é possível identificar que alguns governos nacionais e subnacionais têm elaborado políticas públicas objetivando alterar este cenário, mesmo que às vezes os resultados fiquem aquém do esperado. Como exemplos, tem-se propostas para cidades mais resilientes e sustentáveis e planos de adaptação a eventos extremos.

Neste contexto, vêm ganhando destaque as soluções baseadas na natureza – SbN, conceito guarda-chuva que abrange diferentes opções técnicas, caracterizadas por serem multifuncionais, multiescalares e adaptativas, que prestam importantes serviços ambientais¹ (Cohen-Shacham, Walters, Janzen, & Maginnis, 2016).

No caso da drenagem urbana, um tipo de SbN utilizado é a infraestrutura verde² que contribui para adaptar as áreas urbanizadas para que acomodem melhor as águas pluviais, colaborando para a requerida resiliência urbana. Normalmente utilizada de modo complementar à infraestrutura convencional, a infraestrutura verde permite, por exemplo, diminuir o escoamento superficial, sobrecarregando menos o sistema de drenagem instalado; controlar a poluição difusa; aumentar a área filtrante; para citar alguns benefícios. Isto ocorre porque, ao contrário do sistema convencional, o sistema baseado em SbN trata a questão na origem, por meio da implementação de um conjunto de

1. Enquanto serviços ecossistêmicos referem-se aos benefícios gerados pelos ecossistemas para a sociedade, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, serviços ambientais referem-se aos benefícios gerados por atividades humanas, individuais ou coletivas, que favorecem a conservação ou melhoria dos ecossistemas.
2. A infraestrutura verde, também conhecida como infraestrutura de baixo impacto – *low-impact development* – LID, em inglês (University of Arkansas Community Design Center [UACDC], 2010) –, envolve diferentes soluções: alagados construídos, jardins de chuva, canteiros pluviais, biovaletas.

intervenções de menor porte, localmente adaptadas e conectadas em rede, promovendo uma convivência maior e melhor entre o espaço urbanizado e a natureza e proporcionando múltiplos benefícios³ (Pellegrino & Moura, 2017).

Não obstante estes aspectos positivos, existem desafios a enfrentar para ampliar sua implementação na drenagem urbana, de modo efetivo, especialmente no que diz respeito à atuação governamental, responsável pela regulação do setor e pela efetivação de ações estruturais e não estruturais. Um destes desafios é a falta de visão sistêmica na abordagem da questão por parte dos tomadores de decisão. Outro desafio, em parte decorrente do anterior, refere-se às características das estruturas administrativas que tratam desta matéria, direta ou indiretamente, geralmente dispersas e resistentes a mudanças. Outro ponto desafiador relaciona-se ao processo de planejamento e gestão deste serviço, pouco aberto à participação de outros setores, que não técnico ou político, o que restringe a abordagem e reduz o escopo.

Para melhores resultados, as SbN carecem uma abordagem sistêmica que conduza à integração das propostas de diferentes setores e níveis de governo, considerando as diferentes escalas abrangidas e maior participação dos beneficiários, diretos ou indiretos. Além disto, dadas suas características e a incerteza dos eventos envolvidos, requerem um ambiente flexível e adaptativo que responda na medida das demandas.

O confronto entre a realidade do setor e o desejável para a adoção de SbN na drenagem aponta, porém, para uma incompatibilidade que necessita ser equacionada.

Estudos recentes (Cohen-Shacham et al., 2016; McCormick, 2020; Morello et al., 2018) indicam a incorporação de inovações nos processos de construção de projetos, como um caminho a ser seguido; factível na medida em que houver um arranjo permeável a tais novidades, no qual as responsabilidades sejam compartilhadas e os processos de cocriação e governança colaborativa estejam envolvidos, ao contrário do observado no setor hoje. Por isto, entende-se que a existência de colegiados, criados para a gestão integrada de recursos hídricos, pode representar uma oportunidade para tratar deste assunto e colaborar para resultados mais eficazes.

Neste sentido, este artigo tem como objetivos: refletir sobre o processo de assimilação das SbN na América Latina e sua repercussão nas políticas públicas relacionadas à drenagem urbana; identificar desafios para sua adoção, em especial do ponto de vista da atuação governamental; e, considerando a hipótese levantada, analisar o potencial dos referidos colegiados para tratar de SbN, incorporando processos de cocriação e governança colaborativa. Para aprofundar a análise, adota, como estudos de caso, São Paulo, assentada na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, Brasil, e a Cidade do México, situada

3. Além dos benefícios relacionados diretamente à drenagem e aos processos hídricos, a adoção de SbN pode proporcionar também o aumento da biodiversidade, a melhoria do microclima, a criação de áreas de lazer, para citar outros benefícios. Isto contribui para que sejam vistas como intervenções “sem arrependimento” (Morello, Mahmoud, Gulyurtlu, Boelman, & Davis, 2018).

4. A Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, formalizada, inclui 39 municípios do estado de São Paulo, sendo que o município de São Paulo concentra cerca de 56% de sua população (estimativas populacionais da Fundação SEADE, março 2021); aproximadamente 70% da superfície da RMSP está situada na bacia do Alto Tietê (Campos, 2008). A Zona Metropolitana da Cidade do México - ZMCM, por sua vez, inclui as 16 delegações da Cidade do México, que correspondem a 42% de sua população, além de 59 municípios do Estado de México (53% da população) e 21 municípios do Estado de Hidalgo (5% da população) (Campos, 2008; Cidade do México [CDMX], 2016b).

no Vale do México, México, as quais fazem parte, respectivamente, do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - CBH-AT, instância de caráter consultivo e deliberativo (São Paulo, 1991), e do *Consejo de Cuenca del Valle de México* - CCVM, instância de coordenação, consulta e acordos (México, 2020a).

O processo de urbanização destas metrópoles foi marcado pelo domínio das águas presentes em seu território, mediante uma série de obras que canalizaram, tamponaram, ou ainda desviaram e represaram rios e, no caso da Cidade do México, também lagos; além disto, para responder à demanda crescente de sua população e da área metropolitana que se formou⁴ (Figuras 1 e 2), construiu-se, em cada área, um complexo sistema hidráulico-sanitário que interligou estas bacias hidrográficas às bacias vizinhas (Figuras 3 e 4), visando ora a transposição de água para abastecimento, ora o escoamento de águas servidas, dentre outras funções (Campos, 2001, 2008; Hernández-Espinosa, Otazo-Sánchez, Román-Gutiérrez, & Romo-Gómez, 2021).

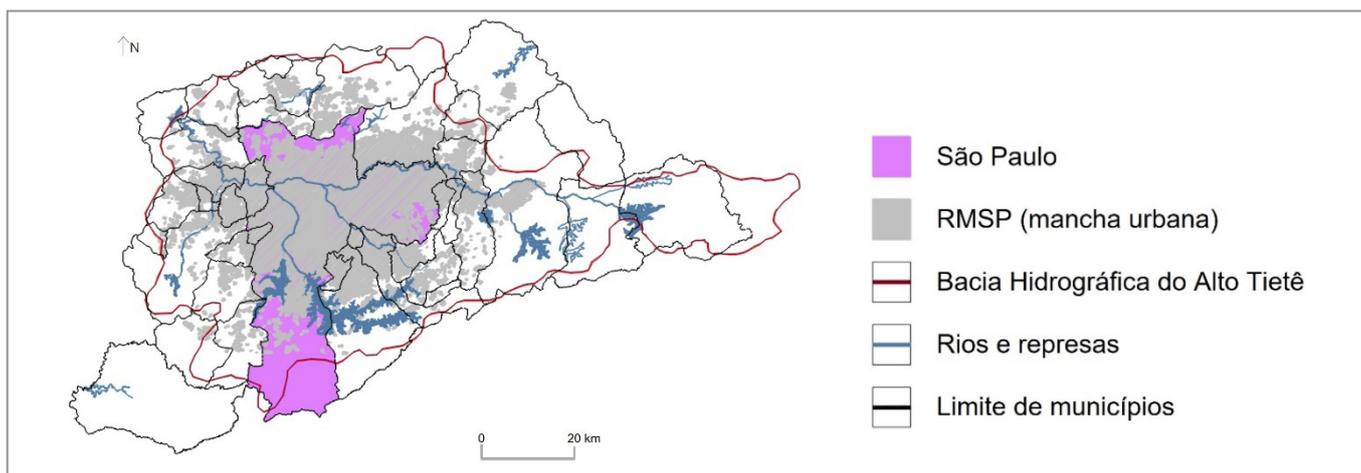


FIGURA 1. Localização de São Paulo na Região Metropolitana de São Paulo e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Fonte: Elaborado pela autora com base em Campos, 2001, 2008.

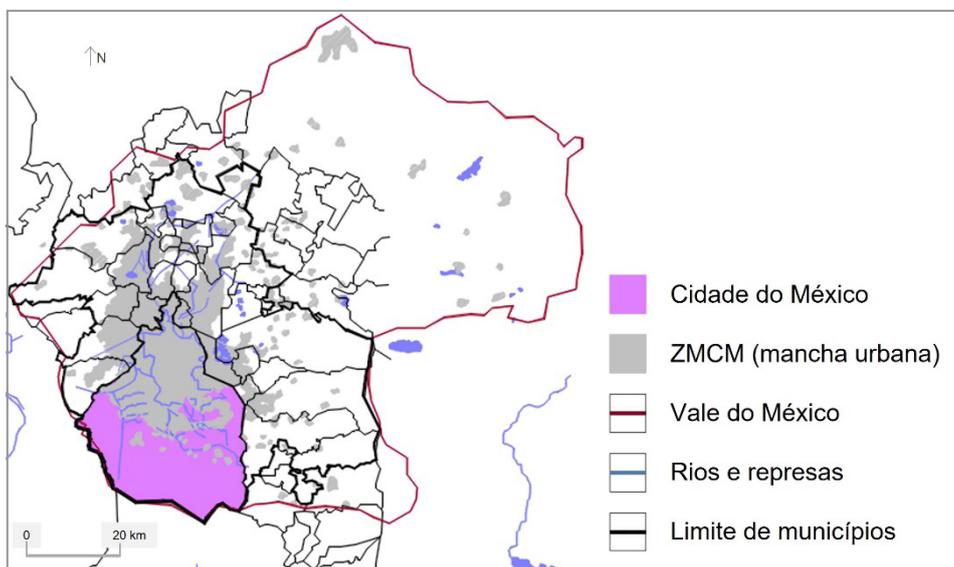


FIGURA 2. Localização da Cidade do México na Zona Metropolitana da Cidade do México e Vale do México. Fonte: Elaborado pela autora com base em Campos, 2001, 2008.

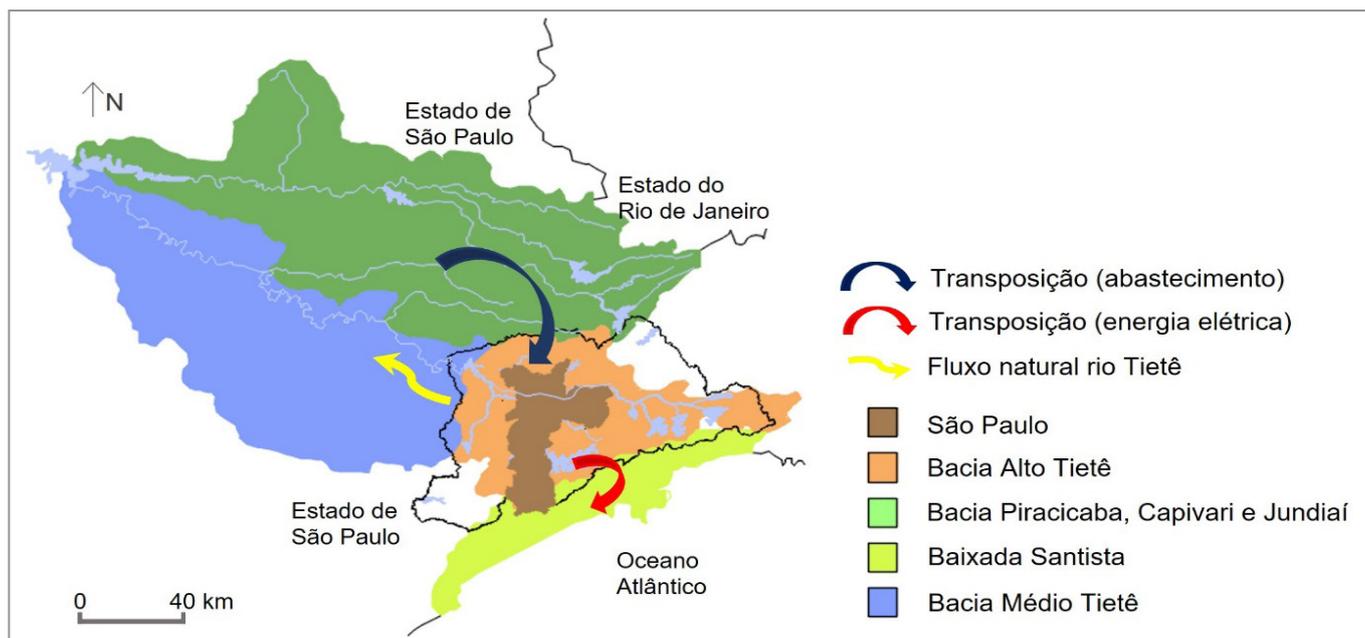


FIGURA 3. Sistema hidráulico-sanitário: interligação das bacias do Alto Tietê, do Médio Tietê, da Baixada Santista e dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Fonte: Elaborado pela autora com base em Campos, 2001, 2008.

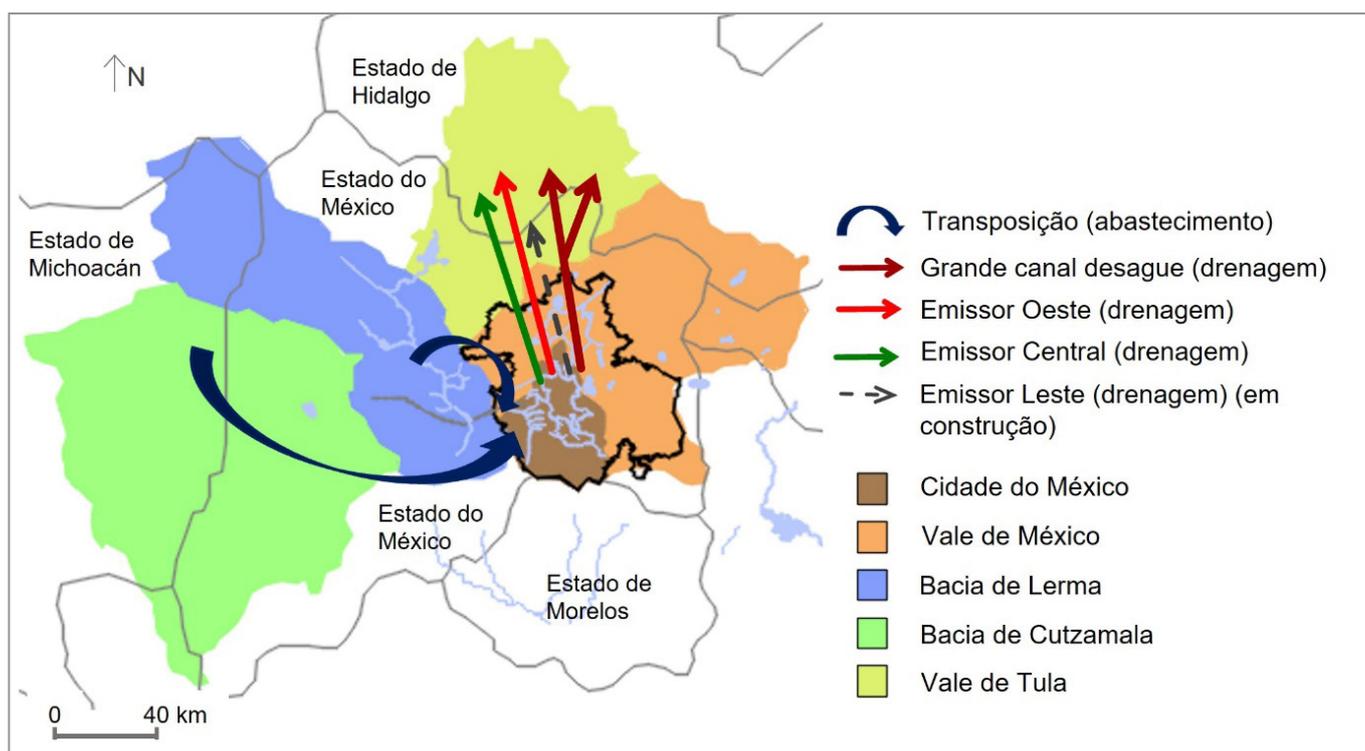


FIGURA 4. Sistema hidráulico-sanitário: interligação das bacias de Cutzamala, Lerma, Vale do México e Vale de Tula. Fonte: Elaborado pela autora com base em Campos, 2001, 2008, e SACMEX, 2016.

O conjunto de obras implementadas para interligação destas bacias, nos dois casos, alterou a dinâmica hidrológica e vem ocasionando uma série de problemas quanto à disponibilidade de água e inundações, que vêm ganhando proporções mais severas.

Em São Paulo, as inundações têm estreita relação com a ocupação intensiva das áreas de várzea e o alto grau de impermeabilização da área

5. Embora, desde o início do século XX, a gestão do saneamento básico seja realizada de modo compartilhado pela Prefeitura e pelo Governo do Estado, a drenagem urbana não tem sido contemplada e as propostas para maior integração institucional não têm sido efetivadas (DAEE, 2014).

6. Em São Paulo, nos anos de 2009, 2010, 2016 e 2020, ocorreram chuvas torrenciais que causaram graves inundações; em contraste, entre 2013 e 2015, houve grande estiagem que ocasionou séria crise no abastecimento. A Cidade do México, por sua vez, sofreu grave seca entre 2011 e 2013 e em 2018; além disto, anualmente, entre junho e outubro, lida com um período de chuvas intensas que ocasionam inundações. Em 2021, nestas duas áreas, um novo período de estiagem severa se anuncia.

7. O CBH-AT, tripartite, é composto por representantes do governo estadual, dos governos locais - 34 municípios com sede na bacia e dois vizinhos que solicitaram participar -, e da sociedade civil - incluídos ambientalistas, academia, representantes das indústrias, etc.

8. O CCVM é composto por representantes do governo federal, dos governos estaduais de Hidalgo, México e Tlaxcala, do governo do Distrito Federal e representantes dos usuários e sociedade civil.

urbana. Aqui, o escoamento de águas servidas e de águas pluviais é efetuado de modo separado; a microdrenagem está a cargo da Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras Urbanas e das Subprefeituras regionais, enquanto a macrodrenagem cabe ao Governo do Estado de São Paulo, por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE⁵. Na Cidade do México, por sua vez, dadas as características da planície lacustre - bacia endorreica -, há décadas vêm sendo construídas grandes estruturas para drenar, de modo combinado, as águas servidas e pluviais. Os serviços de saneamento básico estão a cargo do Sistema de Águas da Cidade do México - Sacmex, órgão da administração direta, sendo que as obras na escala das bacias - como aquelas para transposição -, estão a cargo da Comissão Nacional de Água - Conagua, por meio do *Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México*.

Nos últimos anos, estas áreas vêm sendo impactadas por períodos com severa estiagem, intercalados por períodos com inundações⁶, o que tem demandado ações incisivas por parte dos governos; têm colaborado com tal demanda o CBH-AT⁷ e o CCVM⁸, que têm dentre seus objetivos promover ações para combater as causas e efeitos adversos das inundações e das estiagens, bem como integrar ações na defesa contra eventos hidrológicos críticos.

A análise destes casos indica que a inclusão do tema SbN na pauta destas instâncias pode contribuir para que melhores resultados sejam obtidos pelas ações governamentais voltadas para drenagem urbana, especialmente se tais arranjos tiverem seus papéis e processos aprimorados. Também aponta que, ao tratar esta questão nestes colegiados, pode-se tanto melhorar o processo de seleção e implementação de SbN, considerando a escala da bacia, quanto aprimorar o funcionamento destes arranjos, melhorando a governança da água.

A seguir, são apresentados os materiais e métodos utilizados para desenvolver este trabalho, cujos resultados são apresentados na continuação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo desenvolveu-se em quatro etapas compreendendo: 1) revisão bibliográfica sobre aspectos conceituais; 2) pesquisa sobre difusão e assimilação do tema na América Latina; 3) análise de documentos relacionados ao assunto com incidência em São Paulo e na Cidade do México e, quando pertinente, na respectiva escala nacional; e 4) reflexão, com base nos resultados alcançados, sobre desafios e oportunidades para adoção de SbN na drenagem urbana nestas áreas, a partir da qual foram elaboradas as considerações finais.

A revisão bibliográfica concentrou-se nas definições e aplicações de SbN (Cohen-Shacham et al., 2016; Fraga & Sayago, 2020; International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2012; McCormick, 2020;

Morello et al., 2018; Pellegrino & Moura, 2017) e em sua adoção como estratégia de adaptação a eventos extremos (Delosríos-White, Roebling, Valente, & Vaittinen, 2020), a partir de material publicado entre 2012 e 2021⁹. Adicionalmente, foi levantado material sobre a repercussão do tema em outros campos (United Nations World Water Assessment Programme [WWAP UN-Water], 2018, 2020, 2021) e, dado o viés desta abordagem, material relacionado a processos de inovação, cocriação e governança (Caitana, Ferreira, & Campos, 2020; Campos & Fracalanza, 2010; Cavalcante, 2019; Delosríos-White et al., 2020; Morello et al., 2018; Simionato, 2020).

A pesquisa sobre o tema na América Latina focou trabalhos realizados em instituições de ensino e pesquisa relevantes¹⁰ e relatórios de cooperação técnica, os quais indicaram um aumento na adoção da infraestrutura verde em cidades da região tais como: Bogotá e Lima (Portugal del Pino, Borelli & Pauleit, 2020), Buenos Aires (World Bank [WB], 2016), Cidade do México (Hernández Solís, 2021), Quito (Yerovi López, 2015), Santiago do Chile (Giannotti, Vásquez, Galdámez, Velásquez, & Devoto, 2021), Campinas, Rio de Janeiro e São Paulo (Herzog & Antuña Rozado, 2020).

No que diz respeito às áreas de estudo, foram analisados materiais relacionados à drenagem urbana (Banco Mundial [BM], 2013; Campos, 2001; DAEE, 2014; Hernández-Espinosa et al., 2021; Jiménez-Cisneros, 2011; Perló Cohen & González Reynoso, 2005; São Paulo, 2019) e às políticas locais de adaptação a eventos extremos (Cidade do México [CDMX], 2014, 2016b; São Paulo, 2021a), que adotam SbN como estratégia, bem como documentos pertinentes às políticas nacionais nas quais encontram respaldo (Brasil, 1997, 2017, 2020; México, 2018, 2020a, 2020b; Ministério do Meio Ambiente [MMA], 2016). Esta análise corroborou que, embora as SbN se adequem para responder às complexas questões ali existentes, é preciso superar obstáculos no ambiente institucional. Tendo isto em vista e considerando a hipótese levantada, foram analisados o desempenho e as pautas do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e do *Consejo de Cuenca del Valle de México* (Campos, 2004, 2008; Campos & Fracalanza, 2010; Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê [CBH-AT], 2013; Hernández-Suárez, 2011; México, 2020a; México, 2020b; Romero Navarrete, 2020; Simionato, 2020).

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos a partir da pesquisa e leitura crítica deste material e encaminha-se a discussão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evolução conceitual e difusão

O conceito de SbN vem evoluindo desde sua apresentação em 2012 (IUCN, 2012), com a inclusão de aspectos relevantes para a discussão aqui desenvolvida.

9. Pesquisa realizada sobre o termo “soluções baseadas na natureza”, em inglês, no Google Acadêmico, no período entre 2012 e 2021 (julho), apresentou 14.200 resultados, dos quais cerca de 10.400 entre 2019 e 2021, indicando um aumento considerável do número de publicações e citações sobre o tema nos últimos meses. Contudo, a mesma operação realizada para “SbN na América Latina”, em inglês, apresentou apenas 2 resultados, enquanto em espanhol ou português, não houve nenhum resultado, revelando que a publicação de trabalhos científicos sobre o tema na região ainda é incipiente.

10. Dentre elas, destacam-se: Universidade de São Paulo - USP, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Universidade Federal do ABC - UFABC, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC RJ, Universidade Nacional Autónoma do México - UNAM, Universidade Autónoma Metropolitana - UAM, Instituto Mexicano de Tecnologia da Água - IMTA, e El Colegio de México.

Uma mudança significativa foi que, após a ênfase dada inicialmente ao papel dos serviços ecossistêmicos no processo de resposta a desafios sociais e ambientais, passou-se a reconhecer os serviços ambientais, o que é extremamente relevante (Cohen-Shacham et al., 2016; Fraga & Sayago, 2020). No caso da drenagem urbana, ao se reconhecer o papel que indivíduos ou grupos podem desempenhar, adotando SbN em terrenos particulares ou mesmo em áreas públicas, como já ocorreu em São Paulo (Herzog & Antunã Rozado, 2020), reforça-se a importância de tê-los presentes nos processos de cocriação e governança para melhores resultados.

Outra importante alteração, ocorrida na gestão das águas, foi que, após o destaque inicial do papel das SbN no ciclo da água e na disponibilidade e qualidade deste recurso (WWAP UN-Water, 2018), foram-lhes sendo agregadas, pouco a pouco, outras potencialidades como seu desempenho no gerenciamento de riscos, na adaptação a eventos extremos e na promoção de resiliência urbana, apontadas como "cobenefícios secundários" (WWAP UN-Water, 2020). Recentemente, também foi reconhecida a necessidade de se mensurar e divulgar o valor da água (WWAP UN-Water, 2021), incluindo-o na tomada de decisões, algo fundamental, que pode interferir no processo de adoção de SbN na drenagem urbana se o valor das águas pluviais for reconsiderado.

Esta evolução conceitual, assim como os resultados das experiências realizadas, permitiu não apenas um detalhamento maior do uso das SbN e o reconhecimento de suas potencialidades, mas também a percepção de que novas soluções demandam novos procedimentos. Embora alguns tipos de SbN já sejam aplicados em alguns locais, seu uso com novo propósito, prestando serviços ambientais e aumentando a resiliência urbana, é algo relativamente novo, o que demanda alterações nos processos de criação e governança, sob o prisma da colaboração (McCormick, 2020).

Uma destas alterações refere-se à inclusão de vários segmentos - instituições públicas, companhias privadas, academia, sociedade civil, etc. -, no processo criativo e de tomada de decisão (Caitana et al., 2020), o que não se verifica atualmente. Trata-se de adotar um processo de cocriação, em que todos os envolvidos colaboram ativamente, trazendo uma expertise diferente, complementar, o que propicia aprendizados ao longo do processo e possibilita chegar a um resultado de melhor qualidade (Morello et al., 2018). A cocriação alinha-se com uma boa governança, na qual "novos caminhos, teóricos e práticos, são propostos e adotados visando estabelecer uma relação alternativa entre o nível governamental e as demandas sociais e gerir os diferentes interesses existentes" (Campos & Fracalanza, 2010, p. 368); isto implica adotar novas estruturas e novos processos, como ocorrido na formatação dos colegiados de gestão de recursos hídricos.

Estas experiências de construção coletiva, além de permitir inovar, constituem “uma estratégia necessária para angariar mais apoio e engajamento dos atores envolvidos, legitimidade perante a liderança e, conseqüentemente, melhores condições para continuação e disseminação das práticas.” (Cavalcante, 2019, p. 22)

Neste sentido, diferentes estratégias, métodos e ferramentas têm sido desenhados e implementados para promover o engajamento dos diferentes atores no processo de cocriação de SbN; alguns destes materiais, com apoio financeiro da União Europeia - UE, foram, inclusive, compilados em guias para facilitar o processo e estão disponíveis virtualmente (Morelo et al, 2018; Urban Nature Labs Project [UNaLab], 2020).

Além da UE, outras organizações internacionais como agências das Nações Unidas, a agência alemã GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*), a rede global Governos Locais para a Sustentabilidade - ICLEI, a UICN, a organização *The Nature Conservancy*, vêm contribuindo para disseminar o tema ao realizar acordos de cooperação técnica com países latino-americanos, como Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México, por meio dos quais têm realizado eventos para compartilhar sua expertise e contribuído no desenvolvimento de projetos-piloto.

Importante destacar ainda o papel desempenhado por profissionais de instituições de ensino e pesquisa que, além de contribuir para difundir e ampliar a adoção de SbN em projetos, têm colaborado com ações desenvolvidas no âmbito destes acordos de cooperação técnica e participado como representantes nos colegiados aqui tratados.

SbN na América Latina

A pesquisa sobre o tema na América Latina mostrou que ainda há muito por fazer para consolidar as propostas e tornar o emprego de SbN algo frequente. Contudo, é possível observar que tais soluções vêm ganhando força na medida em que planos de adaptação a eventos extremos, nacionais e locais, estão sendo elaborados, adotando-as como estratégia. No caso da infraestrutura verde, especificamente, pode-se observar um aumento em sua utilização em algumas cidades, como apontado antes, embora muito aquém do desejável; existem algumas possíveis respostas a esta morosidade, ou dificuldade, para incorporá-la dentre as quais se pode mencionar: a ausência de uma visão sistêmica, a falta de compreensão sobre como integrá-la à infraestrutura convencional, em escala; a existência de mitos e incertezas sobre seu funcionamento e sobre os custos envolvidos; ou ainda, o fato de que, na maioria das vezes, diferentes departamentos, dispersos no organograma administrativo, são responsáveis por algum aspecto envolvido na drenagem urbana. Este conjunto de fatores reforça a tendência prévia de resistir ao novo.

No Brasil e no México, em linhas gerais, o processo assemelha-se ao de outros países da região, constatando-se o papel importante dos acordos de cooperação técnica para o aprofundamento do tema¹¹ e, de modo prático, para criar subsídios à elaboração de planos nacionais e à formulação de roteiros para orientar os governos subnacionais.

No caso brasileiro, as SbN têm sido vinculadas à promoção de cidades mais sustentáveis e resilientes. Alinha-se com isto as Estratégias de Adaptação de Cidades, elaboradas no âmbito do Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima, dentre as quais constam o fortalecimento de ações de drenagem urbana sustentável e a adoção de SbN (Brasil, 2016). Em 2020, tais ações foram reforçadas pelo lançamento do Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis - OICS, uma plataforma virtual que organiza e exhibe conteúdos sobre soluções urbanas sustentáveis e inovadoras, com especial ênfase para as SbN.

Outro campo em destaque no país, que tem incorporado SbN ou pelo menos evidenciado preocupação com as águas pluviais, é a gestão das águas. Neste sentido, foi adicionado um novo objetivo à Política Nacional de Recursos Hídricos, tratando de "incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais" (Brasil, 2017), o que, embora não vincule o emprego de SbN, a médio e longo prazo, poderá trazer benefícios e aumentar os investimentos no setor. Adicionalmente, o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas - PNRBH, parte do Plano Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, 2022-2040, ambos em elaboração pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, apoia-se nos serviços ambientais, prestados pelas SbN, visando garantir usos múltiplos e promover segurança hídrica. Apesar destes avanços, o novo marco legal do saneamento básico (Brasil, 2020) não faz menção a SbN, mantendo o amplo uso da infraestrutura convencional; o que apontou foi a obrigatoriedade da ANA editar normas para a regulação dos serviços públicos do setor no país, dentre os quais a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, previsto para o 2º semestre de 2022. Considerando que à ANA cabe a elaboração do PNRH/PNRBH e das normas para drenagem, pode-se especular se haverá espaço para maior compatibilização entre estas áreas.

No caso mexicano, por sua vez, a pesquisa mostrou que vêm sendo realizados esforços em nível federal para unir as agendas do desenvolvimento urbano, do meio ambiente e das mudanças climáticas. Neste contexto, evidencia-se o *Programa de Protección del Clima en la Política Urbana de México - Ciudades y cambio climático* (Ciclím), 2017-2021, desenvolvido no âmbito da cooperação técnica entre os governos mexicano e alemão, que propôs, dentre outras ações, que haja maior integração da gestão do uso do solo urbano e da gestão do meio ambiente, assim como sejam efetuadas adaptações no planejamento da infraestrutura convencional, incorporando modelos "mais verdes".

11. No Brasil, o governo federal com apoio da União Europeia, promoveu os seguintes seminários: "Soluções baseadas na natureza e urbanização sustentável", em 2015; "Inovar as cidades com soluções baseadas na natureza: cocriar conhecimento sobre soluções baseadas na natureza com os diálogos setoriais UE-Brasil", em 2016; "Promovendo a natureza urbana para cidades mais resilientes", em 2018; e "O desafio da água e as cidades", em 2020. No México, no âmbito da cooperação técnica entre o governo mexicano e o governo alemão, por meio da GiZ, foi promovido o *Foro Internacional sobre Infraestructura verde y cambio climático*, em 2018. Posteriormente, com apoio da Cátedra UNESCO IMTA, foram promovidos o Seminário "*Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión hídrica en Latinoamérica*", em 2020, e o Colóquio internacional "*Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión hídrica*", em 2021. (Guillaume Courty, Centeno Alvarez, & Noriega Bernabé, 2021; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [IMTA], 2021).

12. Este instrumento contempla um conjunto de regras de ocupação do solo, aplicáveis a cada lote privado por seu proprietário, visando a aprovação de um projeto de edificação ou reforma – em áreas pré-definidas pela Lei no 16.402/2016, chamadas “perímetros de qualificação ambiental”, e em lotes com área superior a 500m². Embora a lei não faça referência ao termo SbN, é possível observar que, no leque de opções possíveis de serem adotadas, encontram-se soluções que se classificam como tal.

13. A mídia tem veiculado informações sobre a implementação de SbN em São Paulo, tanto para aumentar cobertura vegetal como melhorar a drenagem de águas pluviais. Interessante observar que o termo “jardim de chuva” tem se tornado um guarda-chuva no qual cabem outras diferentes soluções: biovaletas, “vagas verdes”, canteiro pluvial. Notícias publicadas no jornal Folha de São Paulo, em maio e junho de 2021, disponíveis em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/se/noticias/?p=108463>>. Acesso em: 04 dez. 2021. <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/noticias/index.php?p=307357>>. Acesso em: 04 dez. 2021. <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2021/06/prefeitura-quer-expandir-jardins-e-minipracas-para-prevenir-enchentes-em-sp.shtml>>. Acesso em: 04 dez. 2021.

Foram elaborados ainda alguns guias para orientar a ação dos governos municipais como o documento “Implementação de infraestrutura verde como estratégia para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas em cidades mexicanas: roteiro” (México, 2018).

No que diz respeito à gestão das águas, embora a recente revisão da Lei de Águas Nacionais (México, 2020a) não tenha feito menção à SbN, o Programa Nacional Hídrico - PNH, 2020-2024 (México, 2020b), que a ela sucedeu, superou esta deficiência, propondo que se adote infraestrutura verde.

Estes avanços verificados na escala nacional, ainda recentes, repercutiram em alguma medida na escala local, como será exposto a seguir.

SbN aplicadas no contexto paulistano e *capitalino*

No município de São Paulo, constata-se a inclusão de propostas alternativas, como as SbN, no tratamento da questão ambiental e urbana. Em parte, isto vem ocorrendo para atender às diretrizes do Plano Diretor Estratégico de São Paulo (São Paulo, 2014) como, por exemplo, a necessidade de se adotar medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas e ações para reduzir enchentes e minimizar os efeitos das ilhas de calor. Desde sua aprovação, leis e planos vêm sendo elaborados para dar seguimento à política urbana e ambiental do município. Relaciona-se a isto a Lei de parcelamento, uso e ocupação do solo (São Paulo, 2016), que propôs um novo instrumento, visando a melhoria ambiental na escala urbana quanto a drenagem, microclima e biodiversidade, denominado quota ambiental¹². Também é relevante o Plano de Saneamento Básico do município, no qual são reconhecidos os impactos não desejados da infraestrutura convencional e a existência de uma “nova abordagem”, que propõe “estruturas de contenção multifuncionais, combinadas com propósitos de paisagismo ou recreação”, ao invés dos sistemas intensivos de contenção, por serem “mais acessíveis e viáveis” e “mais facilmente distribuídos pela cidade” (São Paulo, 2019, p. 58). Cabe destacar ainda o Plano de Ação Climática do Município de São Paulo – PlanClima SP (São Paulo, 2021a), que contém estratégias para tornar a cidade mais resiliente; uma delas, denominada “adaptar a cidade de hoje para o amanhã”, propõe o emprego de SbN, o que já foi incorporado pelo Plano de Metas, período 2021-2024 (São Paulo, 2021b). Contudo, embora na prática se observe um aumento do número de “jardins de chuva” pela cidade¹³, as obras convencionais preponderam e está prevista a construção de 14 novos “piscinões” – estrutura convencional subterrânea para acumular a água da chuva.

Na Cidade do México, por seu turno, há algum tempo vêm sendo adotadas ações para aumentar a resiliência urbana, destacando-se o Programa de Ação Climática da Cidade do México e a Estratégia Local de Ação Climática, 2014-2020 (CDMX, 2014), em processo de revisão

e atualização, e a Estratégia de Resiliência para a Cidade do México (CDMX, 2016b), nos quais se identifica a busca por alternativas para a captura, retenção, regulação e infiltração de água de chuva e prevenção de inundações. Recentemente, o Programa de Governo da Cidade de México, 2019-2024, apresentou ações para a drenagem de águas urbanas que contemplam SbN; desde então, ao lado de melhoramentos e expansão da infraestrutura convencional de drenagem das águas combinadas, desenvolve-se um trabalho de saneamento e recuperação de rios da cidade, visando restabelecer sua capacidade para dar vazão às águas de chuva e reduzir os riscos de inundação (CDMX, 2019). Neste contexto, o Plano Diretor de Infraestrutura Verde da Cidade do México, 2019-2024, é uma peça-chave.

Paralelamente, considerando a escala do edifício, o governo da Cidade do México vem estimulando a adoção de tetos verdes para melhorar o conforto térmico das edificações, diminuir ilhas de calor e captar e armazenar água de chuva; como parte desta política, vem instalando tetos verdes em edifícios públicos (CDMX, 2016a). Tal proposta soma-se ao programa de instalação de *Sistemas de captación de agua de lluvia* - SCALL, obrigatória, desde 2003, em todas edificações novas, cuja área construída esteja entre 5.000 m² e 10.000 m².

À parte este conjunto de marcos legais, planos e propostas locais, a pesquisa permitiu identificar características do setor que condicionarão a adoção de SbN na drenagem nos contextos paulistano e *capitalino*.

Em São Paulo, os estudos evidenciaram que a drenagem urbana é preterida com relação aos demais serviços de saneamento básico, inclusive o esgotamento sanitário, que é realizado em sistema separado. Além disto, considerando que a microdrenagem, como citado, cabe ao governo municipal, a macrodrenagem, ao governo estadual, e que se formou um complexo hidráulico-sanitário para atender às necessidades da metrópole, fica evidente a complexidade de sua gestão. Por isto, alguns documentos têm salientado que seria melhor adotar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão dos sistemas de drenagem (São Paulo, 2019) e alertado para a necessidade de articular, no âmbito do CBH-AT, "ações conjuntas de conservação e recuperação e fiscalização ambiental entre os municípios da Região Metropolitana de São Paulo e a Secretaria Estadual de Infraestrutura e Meio Ambiente" (São Paulo, 2014).

Na Cidade do México, o sistema de drenagem combinado tem importante posição uma vez que administrar as águas na bacia é uma questão de sobrevivência para a urbe; por isto, o setor vem recebendo - não sem críticas - vultosos recursos para sua manutenção e continua ampliação. Aqui, apesar de se ter adotado um sistema combinado de drenagem, a gestão também é fragmentada e complexa.

SbN e drenagem em São Paulo e na Cidade do México: desafios e oportunidades

Neste cenário, em que as SbN estão sendo incorporadas nos planos locais de adaptação a eventos extremos e nas propostas de drenagem urbana sustentável, seria possível aventar que os entraves a sua adoção já estivessem superados. Entretanto, a existência de marcos legais ou planos, per se, não é suficiente para que a implementação ocorra nem que seja bem-sucedida.

No caso da implementação do Plano Diretor de Infraestrutura Verde, em curso na Cidade do México, por exemplo, um desafio enfrentado tem sido a atuação conjunta entre departamentos; como apontado por técnicos da Secretaria de Meio Ambiente, tem sido necessário um esforço contínuo – destes especialistas – para convencer os outros departamentos da administração envolvidos de que adotar SbN pode ser extremamente benéfico. Já no caso do PlanClima SP, um desafio enfrentado foi o trabalho conjunto entre diferentes secretarias no processo de elaboração das propostas, o qual, para maiores avanços, deverá continuar nas próximas fases.

Os desafios de tais experiências, entretanto, envolvem apenas a integração de instâncias administrativas no âmbito municipal. Como ficam os demais municípios da Bacia do Alto Tietê ou do Vale do México, impactados pelas ações destas metrópoles? E os demais níveis de governo ou os outros beneficiários? Não serão envolvidos no tratamento da questão? Nestas condições, é difícil adotar processos de cocriação relacionados à SbN ou governança colaborativa; mas se é fundamental adotar um novo processo, não apenas para alcançar melhores resultados, mas também para prestar adequadamente serviços ambientais, conferindo maior resiliência às cidades e seu território, qual seria um caminho alternativo a se tomar?

Uma oportunidade aberta é a existência dos citados colegiados – CBH-AT e CCVM-, os quais, tendo em vista sua escala de atuação e objetivos, poderiam inserir, de modo mais incisivo, o tema “SbN na drenagem urbana” em suas pautas. Embora tenham composição diferente, são colegiados mistos e participativos, o que favoreceria uma discussão mais ampla sobre o assunto; também contam com unidades menores – Subcomitês de bacia e *Comisiones de cuenca* -, o que pode ser útil para desenvolver processos de cocriação; além disto, poderiam contribuir com algum recurso financeiro, provindo, por exemplo, da cobrança pelo uso da água, para fomentar estudos ou capacitar mão-de-obra relacionada à SbN – algo positivo especialmente considerando a baixa capacidade de investimento de alguns municípios ou grupos sociais.

No CBH-AT, o tema SbN já foi abordado e, em novembro de 2020, foi criado o grupo de trabalho Eventos Extremos com o objetivo de

elaborar uma proposta com medidas e procedimentos de gestão em eventos climáticos e meteorológicos extremos – especificamente secas e precipitações extremas. O CCVM, por sua vez, deverá ser impactado, sobretudo, pela última revisão da Lei de Águas Nacionais e pelo Programa Nacional Hídrico (México, 2020b) que, ao indicar o uso de infraestrutura verde, poderá impulsionar sua adoção.

Um aspecto relevante com relação a tais arranjos é que, embora sigam um marco legal imposto a priori – pelo governo estadual, no caso do CBH-AT, e pelo governo federal, no caso do CCVM –, a definição de seu Estatuto e de alguns procedimentos sofrem alterações ao longo do tempo para atender a novas demandas (Simionato, 2020), fato que amplia o potencial destes arranjos colaborativos; no caso dos *Consejos de Cuenca* do México, porém esta flexibilidade é relativa, estando bastante condicionada à Lei de Águas Nacionais e seus regulamentos.

Entretanto, embora venham ocorrendo avanços nestes colegiados e eles possam ser vistos como oportunidade aberta, na prática, estão em processo de construção coletiva e aperfeiçoamento. Assim, os mesmos desafios existentes para a boa governança das águas – alcançar a almejada integração, superar os limites da negociação técnico-social –, assinalados por Campos e Fracalanza (2010), permanecem e são extensíveis para a adoção de processos de cocriação e governança colaborativa relacionados às SbN.

Além disto, embora tais instâncias envolvam diferentes segmentos, sua composição e representatividade, assim como algumas operações internas, podem ser questionadas. No CBH-AT, ao longo do processo, é possível verificar assimetria de poder, reforçada por alguns acordos e convenções – como a distribuição de cargos na composição da diretoria (Campos, 2008) ou a categorização dos setores que compõe o segmento “sociedade civil”, o que dificulta a coesão do grupo (Campos, 2004, 2008). No CCVM também é possível constatar assimetria de poder e problemas de representação (México, 2020b); um exemplo, foi a nomeação do representante da Associação Nacional de Empresas de Água e Saneamento – ANEAS, um usuário, como chefe da Conagua, um órgão federal, entre 2012 e 2017 (BM, 2013).

Assim, ainda que estes colegiados possam ser aproveitados como plataforma para o processo de cocriação envolvendo SbN, é necessário promover seu aprimoramento, garantindo que a estrutura existente seja mais adaptativa. Além disto, o nível de engajamento da sociedade civil e a credibilidade das instituições públicas envolvidas precisam estar elevados para que os resultados sejam relevantes. A adoção de SbN na drenagem urbana demanda, além de um quadro institucional mais adaptado às características e demandas das SbN, vontade política e social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os eventos extremos estão ocorrendo, cada vez mais, com maior frequência e intensidade, impactando a população e as infraestruturas urbanas, especialmente, nas bacias mais urbanizadas e metropolizadas.

Para fazer frente aos impactos de tais eventos, é fundamental que haja uma mudança de paradigma na relação homem e natureza, que se apoie mais na convivência do que no domínio. Isto se aplica tanto nas ações para promover uma drenagem urbana sustentável, de modo constante, quanto nas ações para responder a episódios de inundações críticas. Neste sentido, ganham destaque as soluções baseadas na natureza que, alinhadas a este novo paradigma, contribuem para adaptar as áreas urbanizadas para que acomodem melhor as águas pluviais, colaborando para a resiliência urbana.

Na América Latina e, em especial, nas áreas de estudo, conforme apresentado, as SbN vêm sendo adotadas na drenagem urbana sustentável e como estratégia a adaptação das cidades a eventos extremos, assim como têm permeado as políticas brasileira e mexicana de ação climática e de gestão das águas, embora em estágio inicial. Destacam-se, neste processo, os acordos de cooperação técnica que vêm sendo realizados e os trabalhos desenvolvidos em importantes instituições de ensino e pesquisa, apontados anteriormente, os quais têm contribuído para difundir e ampliar a adoção de SbN nos projetos.

Contudo, apesar dos aspectos positivos das SbN e das iniciativas em curso em São Paulo e na Cidade do México, existem desafios a enfrentar para ampliar sua implementação na drenagem urbana. Por um lado, no que diz respeito à atuação governamental, responsável pela regulação do setor e pela efetivação de ações estruturais e não estruturais, é necessário superar a visão mecanicista por parte dos tomadores de decisão e promover as mudanças necessárias nas estruturas administrativas que tratam desta matéria; entretanto, isto implica, sobretudo, vontade política. Por outro lado, o fato de que as SbN têm por característica serem localmente adaptadas, apesar de funcionarem em rede, requer a adoção de processos de cocriação e governança colaborativa, que demandam uma plataforma participativa e flexível, o que contrasta com o desenho das estruturas existentes. A constituição de um ambiente aberto e adaptativo para responder às demandas do setor, em um momento de incertezas, além de propiciar a inovação, também pode contribuir para obter maior engajamento dos atores envolvidos, levando a melhores - e mais legítimos - resultados.

Sendo assim, entende-se como um caminho a ser seguido, capaz de responder a alguns destes desafios, a inclusão deste tópico na agenda dos colegiados existentes nas áreas de estudo - CBH-AT e do CCVM -, mesmo que estes ambientes estejam em processo contínuo de

construção. São instâncias apoiadas na participação e na colaboração de diferentes segmentos, que, inclusive, têm dentre seus objetivos promover ações para combater causas e efeitos adversos de inundações e estiagens, incluídos os eventos hidrológicos críticos. No caso do CBH-AT, inclusive, a questão já foi abordada, mas necessita ganhar maior relevância.

Neste sentido, a possibilidade de contar com o CBH-AT e o CCVM para tratar de SbN na drenagem urbana parece auspiciosa e com múltiplos benefícios uma vez que: por um lado, pode-se aproveitar arranjos já instituídos, com múltiplos atores, e com experiência acumulada em processos participativos na gestão da água, tanto na negociação como na construção de consensos; e, por outro, a adoção de processos de cocriação, nestes colegiados, pode contribuir para aprimorar sua própria estrutura e os procedimentos neles desenvolvidos, melhorando a governança da água.

Nos casos analisados, há um cenário favorável para a adoção de SbN na drenagem urbana e como estratégia para adaptação das cidades a eventos extremos. Entretanto, por se tratar de iniciativas muito recentes, ainda há um caminho considerável a percorrer para se poder avaliar os resultados.

REFERÊNCIAS

Banco Mundial (BM). (2013). *Agua urbana en el Valle de México. ¿Un camino verde para mañana?* Cidade de México: Conagua, Banco Mundial, Gobierno de España, ANEAS, CAEM, SACMEX. Marzo.

Caitana, B., Ferreira, I. & Campos, P. F. de. (2020). Co-criação de SbN: envolvendo comunidades e oportunidades de diálogo Europa-Brasil. *Revista de Parcerias Estratégicas*. Brasília, CGEE, v.25, n50, jan-jun, p. 189-216.

Campos, V.N.O. (2001). *Metropolização e recursos hídricos na América Latina: o caso da Região Metropolitana de São Paulo e da Zona Metropolitana da Cidade do México: 1970 a 2000*. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Campos, V.N.O. (2004). *Gestión de Recursos Hídricos y la Participación de la Sociedad Civil Organizada en la Cuenca Hidrográfica Alto Tietê*. In: Warner, J. & Moreyra, A. *Conflictos y participación. Uso múltiple del Agua*. Montevideo, Uruguay: Editorial Nordan-Comunidad. pp.145-156.

Campos, V.N.O. (2008). *O Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e o Consejo de Cuenca del Valle de México: potencialidades e limites da gestão participativa da água. 1980-2005*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação em Integração da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Campos, V.N.O. & Fracalanza, A.P. (2010). Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. *Revista Ambiente e Sociedade*. Campinas, v. XIII, n.2, jul-dez, pp. 365-382.

Cavalcante, P. (org.) (2019). *Inovação e políticas: superando o mito da ideia*. Brasília: IPEA.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. & Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN.

Delosríos-White, M. I., Roebeling, P., Valente, S. & Vaittinen, I. (2020). *Mapping the life cycle co-creation process of nature-based solutions for urban climate change adaptation*. Resources (MDPI journal) 9, 39. 26p.

Fraga, R. & Sayago, D. A. V. (2020). Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. Revista de Parcerias Estratégicas. Brasília: CGEE. v.25, n50, jan-jun, pp. 67-82.

Giannotti, E., Vásquez, A., Galdámez, E., Velásquez, P., & Devoto, C. (2021). Planificación de infraestructura verde para la emergencia climática: aprendizajes desde el proyecto "Stgo+", Santiago de Chile. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30 (2), pp. 359-375.

Guillaume Courty, L., Centeno Alvarez, J. C., & Noriega Bernabé, D. (coord.) (2021). Memoria. *Seminario virtual Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión hídrica en Latinoamérica*. México, IMTA. Março.

Hernández-Espinosa, A. K., Otazo-Sánchez, E. M., Román-Gutiérrez, A. D., & Romo-Gómez, C. (2021). El Sistema de drenaje de la Ciudad de México. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 9 (17), pp. 24-30.

Hernández-Suárez, C. (2011). Nueva política del agua y herencias centralizadoras: el consejo de cuenca del Valle de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 8 (3), pp. 303-327.

Herzog, C. P. & Antuña Rozado, C. (2020). Diálogo setorial EU-Brasil sobre soluções baseadas na natureza. Contribuição para um roteiro brasileiro de soluções baseadas na natureza para cidades resilientes. Bélgica: União Europeia.

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2012). *The IUCN Programme 2013-2016*. Adopted by the IUCN World Conservation Congress, September. Gland, Switzerland: IUCN.

Jiménez-Cisneros, B. (2011). Suministro y desalojo del agua de la Ciudad de México: de los aztecas al siglo XXI. *Revista Digital Universitaria*. Universidad Nacional Autónoma de México - UNAM. v. 12, n.10. octubre. pp.1-17.

McCormick, K. (ed.) (2020). *Cities, nature and innovation: new directions*. Lund: Lund University.

Morello, E., Mahmoud, I., Gulyurtlu, S., Boelman, V. & Davis, H. (2018). *CLEVER Cities Guidance on co-creating nature-based solutions*. PART I - Defining the co-creation framework and stakeholder engagement. Deliverable 1.1.5, CLEVER Cities, H2020 grant nº 776604.

Pellegrino, P. R. M. & Moura, N. C. B. (orgs.) (2017). Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri, SP: Manole.

Perló Cohen, M. & González Reynoso, A. E. (2005). *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; Fundación Friedrich Ebert.

Portugal Del Pino, D., Borelli, S. & Pauleit, S. (2020) Nature-Based Solutions in Latin American Cities. In: Brears, R.C. (eds) *The Palgrave Handbook of Climate Resilient Societies*. Palgrave Macmillan, Cham.

Romero Navarrete, L. (2020). Participación: un desafío para la Ley General de Aguas. El caso del Valle de México. In: Monroy Hermsillo, O. (Coord.) *Acciones metropolitanas para la gestión sustentable del agua*. Ciudad de México: ANUIES, Dirección de Producción Editorial, Universidad Autónoma Metropolitana, CRAM, El Colegio de México. pp. 67-80.

Simionato, L. Y. (2020). Estudo de caso do regime de governança colaborativa para o combate às enchentes na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. (Trabalho de conclusão de curso). Programa de Pós-graduação em Gestão Pública. INSPER. São Paulo.

University of Arkansas Community Design Center (UACDC). (2010). *LID - Low Impact*

Development: a design manual for urban areas. Fayetteville, Arkansas: UACDC.

Urban Nature Labs Project (UNaLab). (2021) *UNaLab Co-Creation Toolkit: tools for co-creation*. Disponível em: <https://unalab.enoll.org/>. Acesso em 11/junho/2021.

United Nations World Water Assessment Programme (WWAP UN-Water). (2018). *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*. Paris, UNESCO.

United Nations World Water Assessment Programme (WWAP UN-Water). (2020). *The United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. Paris, UNESCO.

United Nations World Water Assessment Programme (WWAP-UN-Water). (2021). *The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water*. Paris, UNESCO.

World Bank (WB). (2016). Flood Risk Management Support Project for the Autonomous City of Buenos Aires, Argentina. The World Bank Group.

Yerovi López, D. J. (2015). Cidade e natureza: conexões e infraestrutura verde. Dois bairros em Quito, Equador. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

Documentos

Agência Nacional da Água (ANA) (Brasil). (2018). Relatório final do 8º Fórum Mundial da Água / Agência Nacional de Águas, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, Conselho Mundial da Água. Brasília: ANA.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (Brasil) (2020). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. -- Brasília: ANA.

Brasil (União). (1997). Lei federal nº 9433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Publicada no Diário Oficial da União, em 09 de janeiro de 1997.

Brasil (União). (2017). Lei federal nº 13.501/2017, que altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. Publicada no Diário Oficial da União, em 31 de outubro de 2017.

Brasil (União). (2020). Lei federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que atualiza o marco legal do saneamento básico e atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

Cidade do México (CDMX). (2014). *Estrategia Local de Acción Climática, 2014-2020*. 1ª edición. Ciudad de México: Secretaria de Medio Ambiente - SEDEMA; Centro Mario Molina. Julio.

Cidade do México (CDMX). (2016a). *Ciudad de México sustentable: verde, móvil, educativa, recreativa*. 1ª edición. Ciudad de México, Secretaria de Medio Ambiente - SEDEMA.

Cidade do México (CDMX). (2016b). *Estrategia de Resiliencia CDMX: transformación adaptativa, incluyente y equitativa*. Ciudad de México, Secretaria de Medio Ambiente - SEDEMA / 100 Resilient Cities, Septiembre.

Cidade do México (CDMX). (2019). *Programa de Gobierno de la Ciudad de México, período 2019-2024*. Ciudad de México.

Cidade do México (CDMX). (2020). *Segundo Informe de Gobierno. Agosto 2019 a Julio 2020*. Ciudad de México: Secretaria de Medio Ambiente - SEDEMA.

Comitê de Bacia Hidrográfica Alto Tietê (CBH-AT) (2013). Estatuto. Aprovado pela

Deliberação CBH-AT nº 02 de 04/06/2013. São Paulo. Publicado no Diário Oficial do Estado, em 06 de junho de 2013 - Caderno Executivo I - Página 136

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). (São Paulo). (2014). Terceiro Plano Diretor de Macrodrainagem da Bacia do Alto Tietê - PDMAT 3. Consórcio Cobrape, ENGEORPS e Maubertec. São Paulo, junho.

México (Federação). (2018). *Implementación de Infraestructura Verde como estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático en ciudades mexicanas, hoja de ruta*. Ciudad de México: SEDATU; SEMARNAT; GIZ. Septiembre.

México (Federação). (2020a). Lei de Águas Nacionais - LAN, 1992. Revisão publicada no Diário Oficial da Federação- DOF, em 06 de janeiro de 2020.

México (Federação). (2020b). Programa Nacional Hídrico, 2020-2024. Elaborado por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Decreto federal de 30 de dezembro de 2020.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). (Brasil). (2016) Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Vol II: Estratégias setoriais e temáticas. Portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016. Brasília, MMA.

São Paulo (Cidade). (2014) Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Publicada no Diário Oficial do Município, em 1º de agosto de 2014.

São Paulo (cidade) (2016). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050/2014 - Plano Diretor Estratégico. Publicada no Diário Oficial do Município, em 23 de março de 2016.

São Paulo (cidade). (2019) Comitê Gestor dos Serviços de Água e Esgoto da Capital Paulista. Plano Municipal de Saneamento Básico de São Paulo - PMSB 2019/2020. Anexo único integrante do Decreto nº 58.778, de 30 de maio de 2019. Publicado no Diário Oficial do Município - DOM, em 31 de maio de 2019.

São Paulo (cidade) (2021a). Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050 - PlanClima SP. São Paulo.

São Paulo (cidade) (2021b). Secretaria de governo municipal. Programa de Metas 2021-24. Versão final participativa. São Paulo.

São Paulo (estado) (1991). Lei estadual nº 7663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos no estado de São Paulo. (Atualizada até a Lei nº 16.337/2016). Publicada no Diário Oficial do Estado, em 31 de dezembro de 1991. p 2.

Eventos online

Hernández Solís, M. (2021). Plan de Infraestructura Verde para la Ciudad de México: Gestión, Retos y Beneficios. Congreso Internacional de Parques Urbanos. Parques Sudamérica. Guayaquil, Ecuador. Mayo. (Disponível em: Plan de infraestructura verde para la Ciudad de México: Gestión, Retos y Beneficios - Maritza H. - YouTube. Acesso em 31 de julho de 2021).

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) / UNESCO. (2021) *Coloquio internacional Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión hídrica*. Várias sessões realizadas no mês de junho de 2021. Disponível no canal IMTA do Youtube (3) Canal IMTA - YouTube). Acesso em junho de 2021.

Valéria Nagy de Oliveira Campos

Doutora em Integração da América Latina (PROLAM-USP, 2008).

Arquiteta e Urbanista (FAU-USP, 1993) / s.af. arquiteta autônoma

E-mail: valnagyc@alumni.usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9223-1919>

Recebido em: 09/08/2021.

Aceito em: 04/12/2021.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

QUADRO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE SÃO PAULO POR CÉLULAS DE BIORRETENÇÃO

Maria Cristina Santana Pereira

Lucas Gobatti

Mariana Corrêa Soares

Brenda Chaves Coelho Leite

José Rodolfo Scarati Martins

RESUMO

O planejamento da paisagem urbana para aplicação sistêmica de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) difere do planejamento urbano convencional ao valorizar a conservação da biodiversidade existente, junto a gerir o crescimento das cidades e aumentar a provisão de Serviços Ecossistêmicos (SE). Neste contexto, tem-se observado na cidade de São Paulo, através do incentivo de poderes públicos locais, a implantação de células de biorretenção como jardins de chuva, canteiros pluviais e biovaletas, tipos de SbN, que promovem uma gama de SE e contribuem principalmente à melhoria da qualidade das águas do escoamento superficial urbanas. Estas pequenas intervenções que rompem o concreto e criam espaços permeáveis no tecido urbano produzem benefícios notáveis, mas precisam de atenção técnica de forma a garantir seu bom desempenho a longo prazo. Para que uma rede de infraestrutura verde urbana voltada à gestão de águas pluviais seja efetiva, é necessário criar espaços interconectados, incorporar sistemas de abatimento da poluição difusa, além de adotar tecnologias que apoiem os sistemas de macrodrenagem. Este artigo traz o quadro atualizado da implantação de células de biorretenção na cidade de São Paulo, destacando seus benefícios e trazendo uma visão crítica de sua aplicação corrente. Discute-se seu projeto, como seus fatores estruturais e cálculos básicos para parâmetros geométricos, planejamento e considerações geográficas, monitoramento e manutenção, incluindo aspectos participativos de planejamento destas estruturas. Desta forma, o artigo mapeia o que tem sido feito e o que é necessário melhorar para possibilitar a aplicação efetiva de células de biorretenção, de forma a tornar estas SbN reconhecidamente parte do arcabouço de tecnologias correntes para drenagem pluvial urbana em São Paulo.

Palavras-chave

Soluções baseadas na Natureza; Célula de biorretenção; Jardim de chuva; Zoneamento ambiental; Adaptação.



SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA

MARCO DEL USO DE CELDAS DE BIORRETENCIÓN EN LA CIUDAD DE SÃO PAULO

Maria Cristina Santana Pereira
Lucas Gobatti
Mariana Corrêa Soares
Brenda Chaves Coelho Leite
José Rodolfo Scarati Martins

RESUMEN

La planificación del paisaje urbano para la aplicación sistémica de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) se diferencia de la planificación urbana convencional en la valoración de la conservación de la biodiversidad existente, junto con la gestión del crecimiento de las ciudades y el aumento de la provisión de Servicios Ecosistémicos (SE). En este contexto, se ha observado en la ciudad de São Paulo, a través del impulso de las autoridades públicas locales, la implementación de celdas de biorretención como jardines de lluvia, bermas pluviales y biozanjas, tipos de SbN, que promueven una gama de SE y contribuyen principalmente a la mejora de la calidad de las aguas de escorrentía superficial urbana. Estas pequeñas intervenciones que rompen hormigón y crean espacios permeables en el tejido urbano producen notables beneficios, pero necesitan atención técnica para garantizar su buen desempeño a largo plazo. Para que una red de infraestructura verde urbana orientada a la gestión del agua de lluvia sea efectiva, es necesario crear espacios interconectados, incorporar sistemas de abatimiento de contaminación difusa, además de adoptar tecnologías que apoyen los sistemas de macro-drenaje. Este artículo presenta un panorama actualizado de la implantación de celdas de biorretención en la ciudad de São Paulo, destacando sus beneficios y brindando una visión crítica de su aplicación actual. Analiza su diseño, tales como factores estructurales y cálculos básicos para parámetros geométricos, planificación y consideraciones geográficas, monitoreo y mantenimiento, incluyendo aspectos de planificación participativa de estas estructuras. Así, el artículo mapea lo que se ha hecho y lo que se necesita mejorar para permitir la aplicación efectiva de celdas de biorretención, a fin de que estas SbN sean reconocidas como parte del marco tecnológico actual para el drenaje de aguas pluviales urbanas en São Paulo.

Palabras-clave

Soluciones basadas en la Naturaleza; Celda de biorretención; Jardín de lluvia; Zonificación ambiental; Adaptación.



NATURE-BASED SOLUTIONS

FRAMEWORK OF BIORETENTION CELLS USAGE IN THE CITY OF SÃO PAULO

Maria Cristina Santana Pereira
Lucas Gobatti
Mariana Corrêa Soares
Brenda Chaves Coelho Leite
José Rodolfo Scarati Martins

ABSTRACT

Urban landscape planning for the systemic application of Nature-based Solutions (NbS) differs from conventional urban planning when valuing the conservation of existent biodiversity, together with managing cities' growth and increasing the provision of Ecosystem Services (ES) for the built environment. In this context, the local government of the city of São Paulo has encouraged the installation of Bioretention cells such as rain gardens, stormwater planters, and bioswales, types of NbS, which promote a range of ES and contribute mostly to the improvement of urban runoff water quality. These minor interventions that crack concrete and create permeable spaces in the city fabric produce remarkable benefits but need technical awareness in order to ensure its long-term performance. To be effective, the urban green infrastructure for rainwater management should create interconnected spaces to incorporate systems of diffuse pollution abatement, in addition to adopting technologies that support macro drainage systems. This article presents an up-to-date framework of the implementation of Bioretention cells in the city of São Paulo highlighting its benefits and bringing a critical view of its current application. It discusses design aspects, such as structural factors and basic calculations for geometric parameters, planning and geographical considerations, monitoring and maintenance, including participative insights for planning these structures. Thus, the paper maps what has been done and what needs to be improved for enabling the effective implementation of Bioretention cells such that these NbS can be acknowledged as mainstream technologies for urban rainwater drainage in São Paulo.

Keywords

Nature-based solutions; Bioretention cell; Rain Garden;
Environmental zoning; Adaptation.



INTRODUÇÃO

A falta de planejamento urbano associado à rápida e desordenada urbanização, como a que aconteceu na cidade de São Paulo no século XX, suprime áreas verdes, retifica e canaliza rios, minando uma série de benefícios ambientais (Pereira, Martins & Martins, 2019). Esta forma de expansão é ainda responsável por alterações expressivas no meio ambiente, especialmente nos processos do ciclo hidrológico por meio da ação direta nos cursos d'água e nas superfícies das bacias hidrológicas (Baptista, Nascimento & Barraud, 2011).

A urbanização é também um processo complexo de transformações socioeconômicas no ambiente, que converte assentamentos rurais em urbanos através da mudança da distribuição da população. Altera o tipo de ocupação, estilo de vida, cultura e comportamento das comunidades que nela habitam e mudam a estrutura demográfica e social de zonas rurais e urbanas como observado pelo United Nations Department of Economic and Social Affairs (UNDESA, 2019).

A urbanização também está associada ao paradigma tecnológico da cidade como algo dissociado da natureza, resultado do processo histórico de ruptura entre o homem e o que o cerca, sendo esse um equívoco como apresentado por Spirn (1995), Hough (1998), McHarg (2000) e Oliveira, Soares e Bonzi (2012). Assim, a dicotomia entre o ser humano e a natureza revela-se com muita clareza na relação que nós, habitantes de São Paulo, estabelecemos com os nossos rios.

Um dos fatores que contribuíram para esse tipo de relação foi o processo de urbanização, em São Paulo, que seguiu o plano de avenidas de Prestes Maia, ao longo das décadas de 1920 e 1930, e naquela época pensava-se a cidade com base em sua estrutura viária. A canalização de córregos e construção de avenidas de fundo de vale estavam, até a década de 1970, vinculadas a este plano e a partir de então passaram a integrar o programa de melhorias urbanas e a política adotada passou a ser estabelecida pelo Programa de Canalização de Córrego e construção de Avenidas de fundo de Vale (PROCAV) que preconizava: "Onde houver um córrego a ser urbanizado, uma nova "avenida" seria construída, independente de sua utilidade na estruturação da cidade ou sua importância como acessibilidade". (Travassos, 2010)

Dentro desse contexto histórico, temos uma cidade com mais de 12 milhões de habitantes e muitos problemas advindos da ocupação e uso desordenado do solo e dada a pressão popular da sociedade civil organizada, o verde tem ganhado protagonismo em diversas áreas dando destaque à necessidade de ação quando se trata da questão ambiental (Oliveira et al., 2012). A canalização seguida do tamponamento tornou-se o modus operandi com que o poder público trata os cursos d'água no município de São Paulo. O que resta são córregos suprimi-

dos da paisagem e canalizados em galerias por vezes subdimensionadas. Assim, os fundos de vale são convertidos em leitos carroçáveis ao passo em que a população associa rios a referências negativas e insalubres de esgoto e espaços causadores de inundações.

Estas concepções de mundo penetraram também a esfera tecnocientífica, como pode ser observado no pouco valor que as práticas projetuais e de planejamento urbano costumam conferir ao meio físico dos territórios urbanizados. As consequências tornam-se evidentes e a dicotomia entre ser humano e natureza expressa-se na paisagem urbana de São Paulo onde a pequena importância conferida à topografia, hidrografia, geologia e cobertura vegetal durante a ocupação do território acaba convertida em problemas atuais como inundações, deslizamentos, ilhas de calor, baixa umidade do ar, altos níveis de ozônio e poluição atmosférica, entre outros.

Destacam-se, desde o início da década de 2000, novas políticas públicas formuladas para dar início a outros paradigmas na relação entre rios e várzeas urbanas e, finalmente, esses conceitos, que visam ampliar o escopo das intervenções nessas áreas começam a pautar uma nova prática. O poder público dá início a uma forma distinta de atuação para solucionar os diversos conflitos expressos na forma de ocupação dessas áreas até então (Soares, 2014).

Projetos e iniciativas populares de implantação de Soluções baseadas na Natureza (SbN) vêm sendo desenvolvidas em São Paulo. Na vanguarda do movimento temos uma iniciativa da academia, na USP, com a implantação do primeiro sistema de biorretenção na cidade em 2012 (Moura, 2014). Desde então a ideia tem se difundido com a implantação de diversos desses sistemas, sendo esta uma ação que leva a cidade a ser mais adaptativa às mudanças climáticas, na política e na sua aplicação em busca da redução dos riscos associados.

Este artigo traz o quadro atual da implantação dos jardins de chuva na cidade de São Paulo, destacando seus benefícios e trazendo uma visão crítica de sua aplicação corrente. Discute-se a necessidade de normatização técnica, sua desigualdade de distribuição pela cidade, a necessidade do envolvimento de diversos atores para sua implantação, os parâmetros de projeto e parâmetros geofísicos relevantes para otimizar o seu funcionamento e a necessidade de monitoramento e manutenção e participação popular destas estruturas. Desta forma, busca-se levantar o que tem sido feito e o que é necessário melhorar para possibilitar a aplicação efetiva destas estruturas, de forma a torná-las parte do arcabouço de tecnologias correntes de drenagem urbana em São Paulo.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

As Soluções baseadas na Natureza (SbN), buscam gerar benefícios de forma sistêmica para as pessoas e o meio ambiente, de maneira a tornar os espaços urbanos mais biodiversos e resilientes às mudanças climáticas. Ultrapassam a tradicional conservação da biodiversidade, integrando fatores sociais como o bem estar e a erradicação da pobreza, desenvolvimento socioeconômico e princípios de governança (Eggermont et al., 2015).

O termo Soluções baseadas na Natureza (SbN) pode ser definido como:

Conceito guarda-chuva que abrange abordagens de diversas esferas, desde científicas e tecnológicas a sociais e políticas com o propósito de abordar desafios buscando na natureza inspiração e validação. É uma potência de ação climática, apoiada nos processos naturais em busca da sustentabilidade. No meio urbano as SbN podem promover diferentes Serviços Ecossistêmicos e tornar as cidades melhores para todos os seres que as habitam. (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2016).

Desta forma, as SbN são ferramentas essenciais para melhoria de parâmetros hidrológicos em áreas urbanas, agindo sobre as consequências dos modos de urbanização vigentes. Estas soluções podem contribuir para a geração de uma série de Serviços Ecossistêmicos (SE), que são os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas, como definidos pelo Millennium Ecosystem Assessment (Reid et al., 2005). No âmbito de provisão de SE pelas células de biorretenção, que neste trabalho o termo célula, indica uma unidade e/ou sistema, e biorretenção, conceito já difundido (Davis et al., 2009; Trowsdale & Simock, 2011; Moura, 2014) tem-se: serviços culturais, serviços reguladores, serviços de habitat e suporte e serviços de provisão. E como serviços principais que podem contribuir a parâmetros hidrológicos relevantes, destacam-se: os serviços diretos de melhoria de qualidade de água e mitigação de enchentes; e os serviços indiretos de polinização, regulação climática local, regulação da qualidade do ar, sequestro de carbono, manutenção da diversidade genética e criação de habitat para espécies.

CÉLULAS DE BIORRETENÇÃO

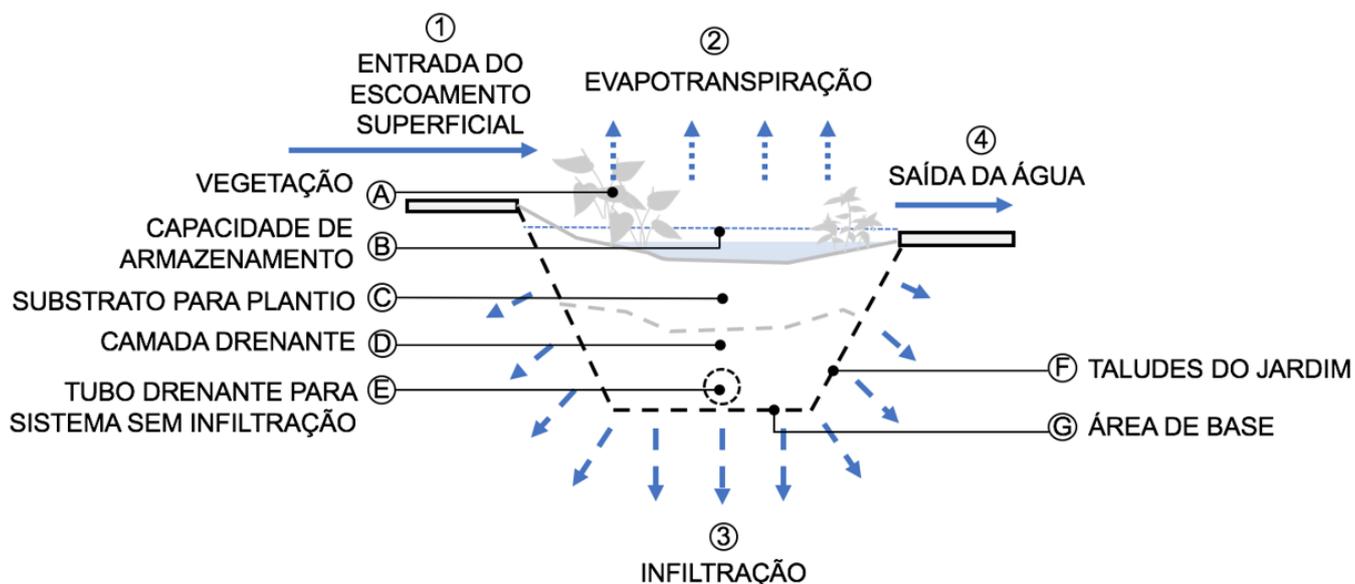
Os sistemas de biorretenção foram desenvolvidos, na década de 1990, em Prince George County, Maryland, USA (WINOGRADOFF E COFFMAN, 1999). Em 1995 iniciaram-se os estudos para a otimização do projeto do sistema de biorretenção para melhoria da qualidade da água e suas características hidrológicas, com testes de laboratório e

de campo, com o objetivo de determinar a eficiência do sistema e atualmente é técnica recorrente nos países do Norte Global.

As células de biorretenção são regiões pequenas com depressão topográfica e compostas de material drenante em sua base, substrato de plantio com superfície vegetada e cobertura de serrapilheira (Roy-Poirier, Champagne & Fillion, 2010; Hunt, Davis & Traver, 2012). Promovem a gestão dos volumes do escoamento superficial a partir da infiltração e retenção temporária, a evapotranspiração e remoção de poluentes por mecanismos naturais como adsorção, filtração e fitorremediação (Davis, Hunt, Traver & Clar, 2009; Pinheiro, 2017; Sprakman et al., 2020 Tirpak et al., 2021). É um dispositivo tecnológico de biorremediação, concebido com o emprego de técnicas de engenharia, paisagismo e outras áreas do conhecimento que envolvam água, solo e vegetação e suas interações.

Tais estruturas necessitam de estudo prévio partindo da escolha do local adequado, respeitando a geografia, pedologia e clima da região, dimensionamento e projeto executivo. Na Figura 1 é possível observar um esquema simplificado da dinâmica hídrica e os principais elementos estruturais em células de biorretenção: os números indicam o caminho percorrido pela água, desde o escoamento superficial até a sua saída do sistema; e as letras indicam os elementos que compõe uma célula genérica.

FIGURA 1. Corte simplificado ilustrando uma célula genérica de biorretenção e sua dinâmica hídrica.
Fonte: elaboração própria, 2021



Alguns tipos representativos de células de biorretenção são: jardins de chuva, canteiros pluviais e biovaletas.

Jardins de chuva - Também conhecidos por sistemas de biorretenção usam as características do paisagismo. Os elementos do sistema ge-

ográfico, tipo de uso e ocupação do solo e sistema viário auxiliam na escolha preliminar de locais adequados para a implantação de jardins de chuva. É uma área com depressão constituída de material poroso, sob uma superfície vegetada, que pode propiciar a recarga de águas subterrâneas, a remoção de poluentes e a detenção do escoamento. É uma solução eficaz em estacionamentos ou áreas urbanas, onde o espaço verde é limitado (United States Environmental Protection Agency [USEPA], 2013). A água da chuva e o escoamento superficial captados por este sistema são temporariamente armazenados entre os interstícios do material de base (Capuccini, 2011). Desta região, a água é filtrada lentamente através do solo e uma parte é absorvida pelas plantas. Na Figura 2 é representado um esquema dessas estruturas.

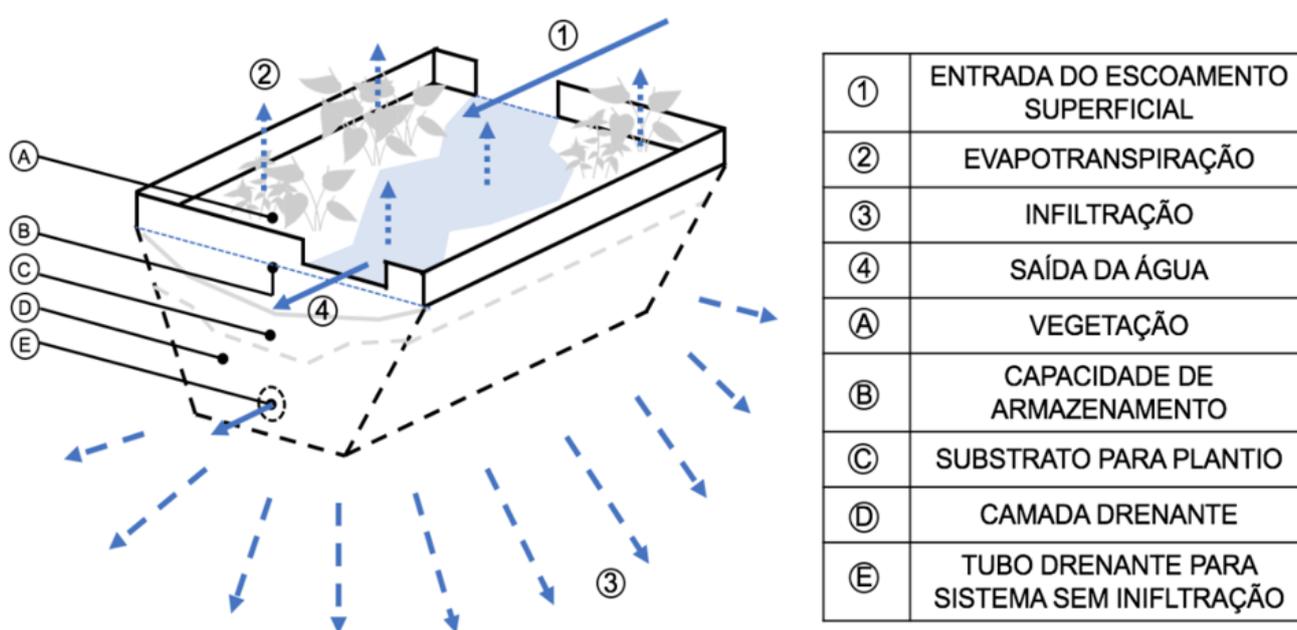


FIGURA 2. Esquema simplificado da estrutura e dinâmica hídrica de um jardim de chuva.

Fonte: elaboração própria, 2021

Canteiros pluviais - Possuem características e funções semelhantes aos jardins de chuva, porém, em tamanhos reduzidos, compactados em pequenos espaços urbanos (Moura, 2014). É ideal para serem implementados em pequenos espaços de calçadas, canteiros centrais estreitos e em outros locais com pouca disponibilidade de espaço. A Figura 3 apresenta um esquema dos elementos estruturais e caminho d'água num canteiro pluvial.

Biovaletas - São depressões com seções típicas em formato de parábolas ou trapézios, compostas por vegetação, solo e outros elementos que atuam como filtro; promovem a sedimentação e remoção de poluentes e armazenam a água, retardando a velocidade do escoamento

superficial, pouco contribui com a infiltração, função relevante nos jardins de chuva (Cormier & Pellegrino, 2008; USEPA, 2021). Há autores que não as consideram uma célula de biorretenção por terem a função de transportar o escoamento de um ponto a outro (USEPA, 2021). Podem ser utilizadas em regiões íngremes, pois é possível dividi-las em células escalonadas, configurando uma escada hidráulica com fundo plano. A Figura 4 apresenta um esquema dos elementos estruturais.

FIGURA 3. Esquema simplificado da estrutura e dinâmica hídrica de um canteiro pluvial.

Fonte: elaboração própria, 2021

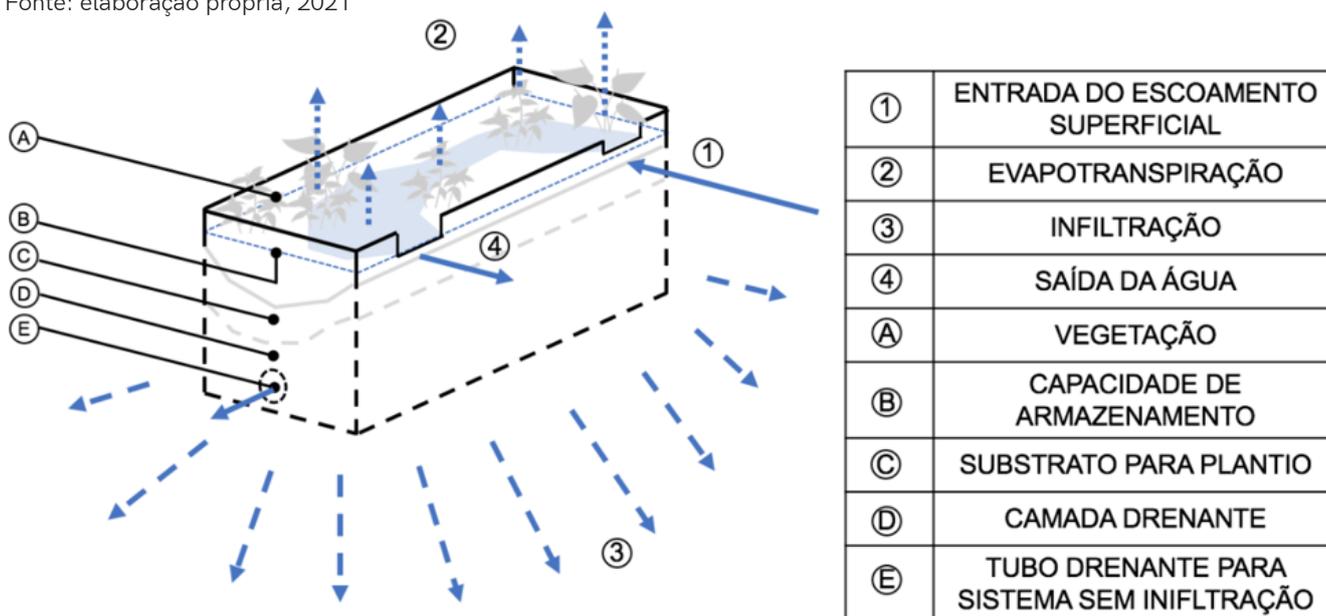
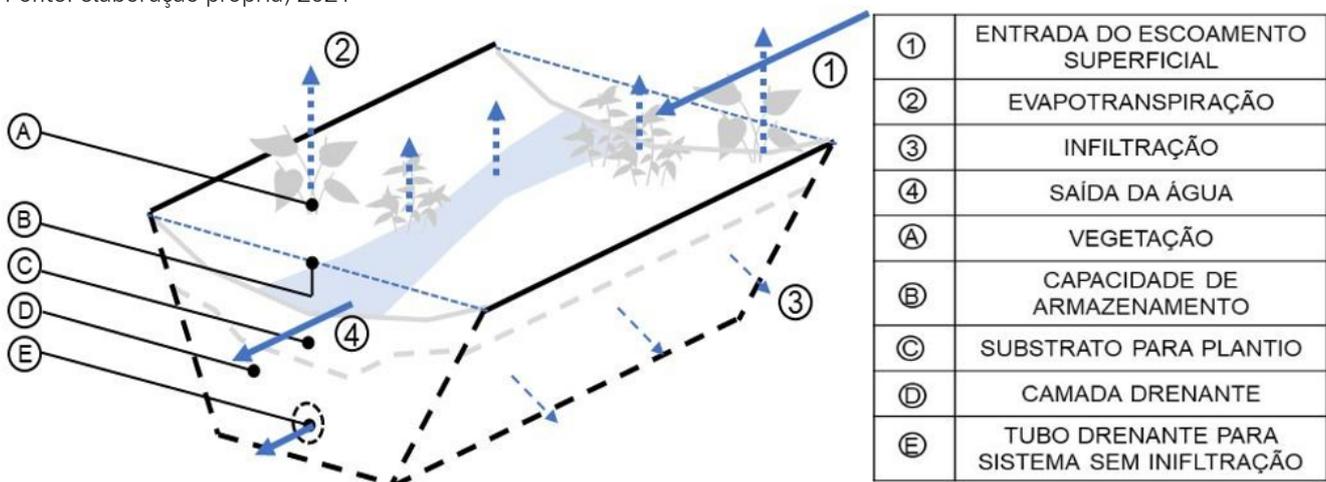


FIGURA 4. Esquema simplificado da estrutura e dinâmica hídrica de uma biovaleta.

Fonte: elaboração própria, 2021

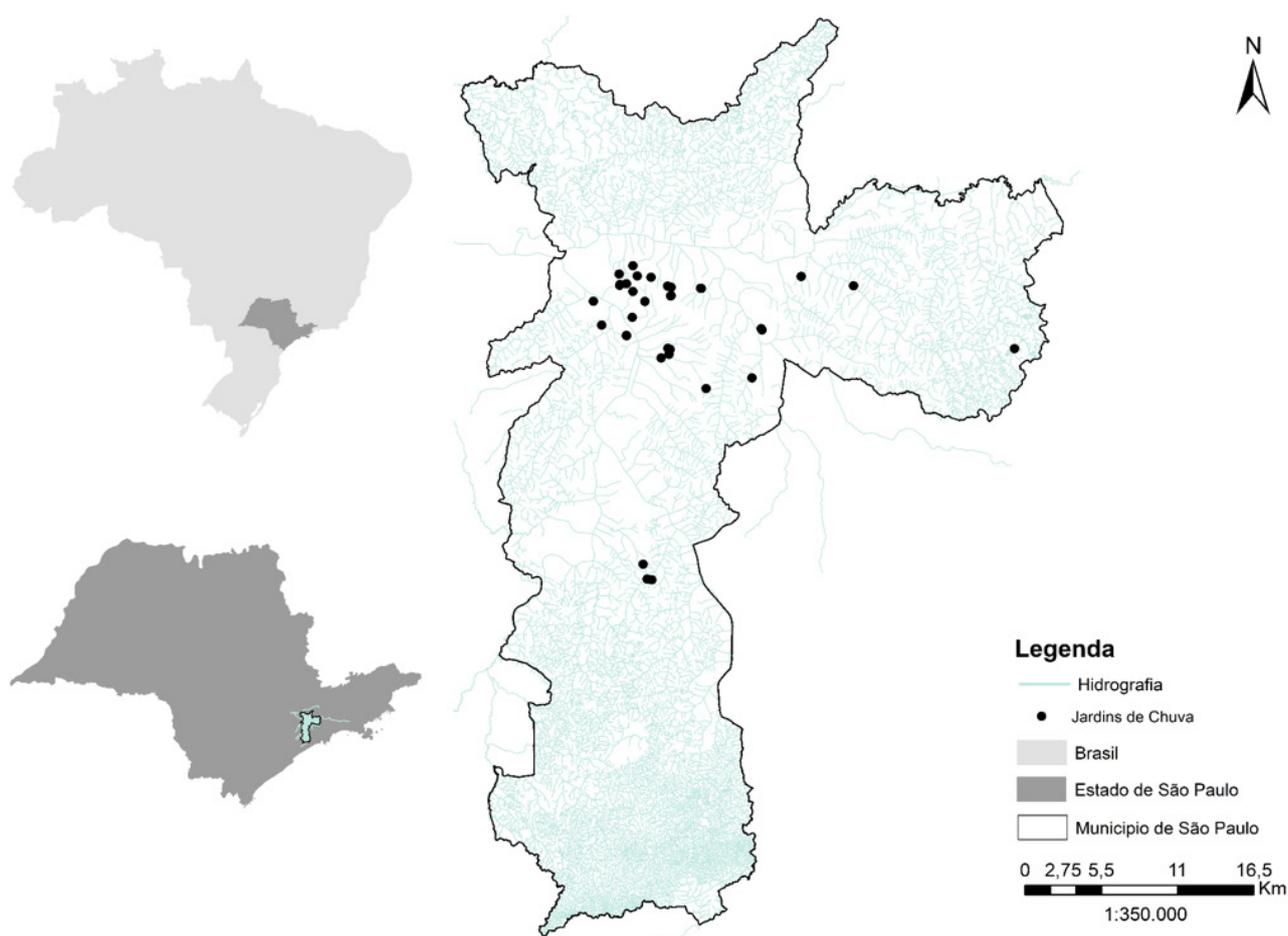


MATERIAIS E MÉTODOS

O método da presente pesquisa consiste na catalogação de células de biorretenção existentes na cidade de São Paulo, através de trabalho de campo e pesquisa bibliográfica, e a sintetização dos seus tipos principais. Esta coleta e síntese tem fins de análise técnica, evolução histórica e social de sua implantação, como também gerar material para discussão de como estas estruturas vêm sendo aplicadas na cidade.

A área de estudo deste trabalho é o município de São Paulo. As células de biorretenção existentes na cidade estão apresentadas na Figura 5. Um mapa interativo destas células pode ser encontrado no link bit.ly/jardinsdechuvaSP. No mapa é possível observar a quantidade de células de biorretenção e sua distribuição pela cidade.

FIGURA 5. Células de biorretenção catalogadas.
Fonte: Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP), 2021; elaboração própria, 2021.



RESULTADOS: SÍNTESE DOS PRINCIPAIS TIPOS DE CÉLULAS

Nesta síntese são analisados os tipos de sistemas de células biorretenção mais implantados na cidade: os jardins de chuva e os canteiros pluviais. Entre os jardins de chuva observados, foi possível notar algum padrão. Este padrão é representado por três principais tipos de jardins executados até agora, que resumem de maneira satisfatória grande parte das ocorrências destas estruturas na cidade.

O tipo um é representado pelos jardins de chuva construídos nas vilas de bairros residenciais de médio-alto padrão. O primeiro foi implantado na Vila Ipojuca, na zona Oeste da cidade, apresentado na Figura 6 (esquerda). A implantação e permanência deste jardim, como estrutura que beneficie toda a população do entorno, não foi bem sucedida, pois não teve a participação da comunidade. Após a sua implantação houve problemas como o fechamento da entrada da água feita no meio fio da ilha e o arrancamento das mudas do jardim. Após este episódio os projetistas foram contatados pelos moradores da Vila Jataí o que resultou numa parceria bem sucedida de implantação de jardins de chuva nos canteiros do bairro, apresentando na Figura 6 (direita).

FIGURA 6. Células de biorretenção do primeiro tipo: jardim de chuva na Vila Ipojuca (esquerda) e Vila Jataí (direita).
Fonte: os autores, 2021.



O tipo dois também são jardins de chuva e é representado pelas obras públicas feitas por profissionais privados qualificados, também pioneiros na aplicação destas estruturas e levando sua construção para bairros periféricos da cidade. O trabalho desse grupo iniciou-se em locais públicos como o jardim de chuva do Largo das Araucárias, em Pinheiros. O projeto é de 2017 e são dois jardins de chuva conectados totalizando mais de 200m². Essas iniciativas também já ocorreram na periferia da cidade e o primeiro jardim de chuva da periferia foi implantado em 2019 na praça das Borboletas, no Grajaú, e após este também

FIGURA 7. Células de biorretenção do segundo tipo: jardins de chuva no Largo das Araucárias (esquerda) e na Praça das Borboletas (direita).
Fonte: os autores, 2021.

foram implantados jardins de chuva na Penha e na Cidade Tiradentes, ambos na Zona Leste. A Figura 7 apresenta a foto do jardim do Largo das Araucárias, em Pinheiros, e da Praça das Borboletas, no Grajaú.



FIGURA 8. Células de biorretenção do terceiro tipo: jardins de chuva no Pacaembu (esquerda) e na República (direita).
Fonte: os autores, 2021.

O tipo três é representado por obras públicas advindas de projetos da PMSP. Nesse tipo serão consideradas somente as obras que não tiveram a participação da equipe envolvida no tipo dois. Essas obras em sua maioria foram executadas pela Subprefeitura da Sé, assim são encontradas na região central da cidade. Em tais obras busca-se reutilizar o concreto removido do asfalto e plantar-se vegetação predominantemente nativa. No site da PMSP, em janeiro de 2021, indica que já haviam sido implantadas 89 áreas verdes na cidade distribuídas entre as regiões da Sé, Capela do Socorro, Vila Mariana, Lapa, Pinheiros, Butantã e Ipiranga. A Figura 8 ilustra este tipo de célula.



DISCUSSÃO

As células de biorretenção, especialmente jardins de chuva e canteiros pluviais, estão povoando a cidade de São Paulo. Tanto o projeto quanto o planejamento destas estruturas trazem problemas relevantes de serem discutidos e ideias de sucesso a serem enaltecidas. Em seguida são, dessa forma, discutidos estes pontos na implantação de células de biorretenção, além de, ao fim, sintetizar pontos importantes que também contribuem para o monitoramento e manutenção destas SbN.

Planejamento

O planejamento de células de biorretenção envolve a sua localização geográfica, interconexão e o cálculo correto de parâmetros da sua geometria. Quanto à localização geográfica, o problema é generalizado a todos os tipos descritos de células de biorretenção. Nos tipos um, dois e três não há claramente indicada a consideração de parâmetros de pedologia, topografia e hidrologia para localização das estruturas. Deveras, estes parâmetros são normalmente considerados quando há um projeto integrado de SbN ou ao menos de células de biorretenção como Sistema de Drenagem Urbana Sustentável (do inglês, "SuDS"). Desta forma, entre os agentes dos tipos indicados, o peso de não haver planejamento recai em maior medida sobre o tipo três de células, planejadas pela PMSP.

Para a correta localização de células de biorretenção uma das formas é a consideração da compartimentação e o zoneamento ambiental que dão suporte para que a sociedade conserve parte de sua estabilidade biofísica. A compartimentação ambiental foi desenvolvida para ser aplicada em áreas de ocupação humana densa. O zoneamento ambiental acolhe o fato de que o uso da compartimentação do relevo para fins urbanos deve ser avaliado no contexto das disponibilidades e necessidades que os ambientes naturais e urbanos impõem uma ao outro (Schutzer, 2012). Apresenta a ideia de valores de uso e de ocupação do relevo para a sociedade, indicando a fragilidade e a aptidão de cada compartimento do relevo em responder às funções urbanas (Schutzer, 2012; Bonzi, 2015). O zoneamento ambiental parte da análise geomorfológica proposta por Aziz Ab'Saber em 1969 e apresentada na Figura 9.

A proposta do zoneamento ambiental visa a alteração da paisagem na busca de uma região ecologicamente sustentável e apresenta as melhores diretrizes para a implantação de SbN, como apontado por Pereira et al. (2019). Insere-as na paisagem de forma a respeitar o relevo da região em busca de espaços ecologicamente adequados, necessitando de um processo de planejamento apoiado por especialistas em drenagem.

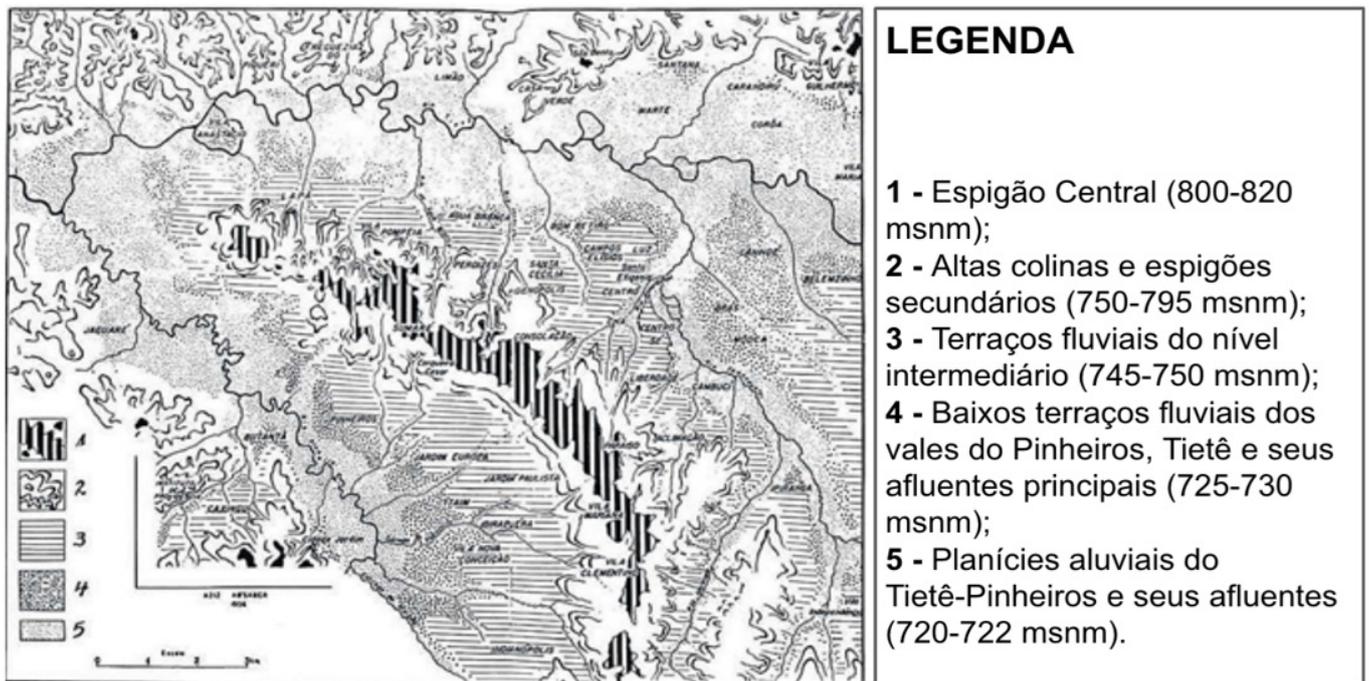


FIGURA 9. Mapa geomorfológico esquemático do sítio urbano de São Paulo.
Fonte: Ab'Sáber (1957).

O resumo das áreas do zoneamento ambiental, definido por Schutzer (2012) e aplicada por Bonzi (2015) e Pereira et al. (2019), é apresentado na Tabela 1, na qual é possível observar diferentes desempenhos na aplicação de cada dispositivo. Sendo: (i) máximo desempenho na aplicação do dispositivo, com vistas ao incentivo de processos naturais predominantes na zona ambiental; (ii) aplicação compatível, mas com menor desempenho, em que tipicamente o dispositivo opera processos naturais predominantes que se mostram incompatíveis com a ocupação consolidada; (iii) aplicação incompatível, o dispositivo trabalha com processos ambientais que não são os predominantes na zona ambiental indicada. Destaca-se que a diferenciação entre canteiros pluviais com e sem infiltração corresponde à construção destes com a área de base permeável, conectado diretamente ao solo para infiltração, ou com área de base impermeabilizada com concreto e usando tubo drenante.

Reforçando a necessidade de um planejamento integrado, que indicará o uso adequado das biovaletas sendo sua principal função o transporte de águas entre uma célula de biorretenção e outra. O planejamento destas células deve levar em conta a transdisciplinaridade de sua aplicação e deve ser feito por profissionais qualificados, com critérios bem definidos, de forma a ser possível também avaliar seu desempenho e a qualidade da implantação, locando as células onde atinjam o melhor de sua eficiência.

TABELA 1. Síntese para a aplicação dos dispositivos de infraestrutura verde de acordo com o zoneamento ambiental. Fonte: adaptado de Bonzi (2015). Elaborado pelos autores.

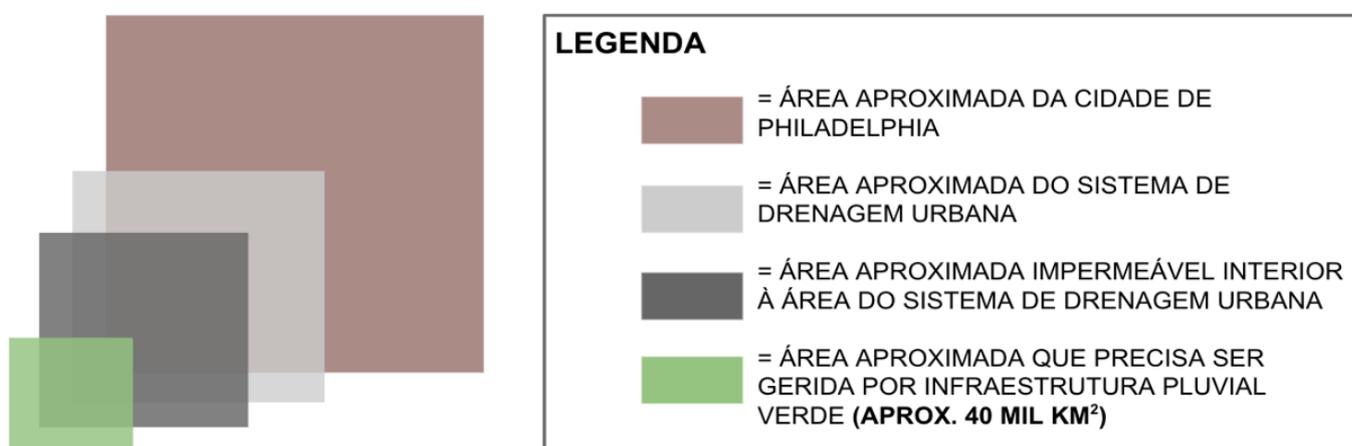
		ZONA AMBIENTAL				FUNÇÃO PRINCIPAL
		ÁREAS TABULARES	ÁREAS ÍNGREMES	ÁREAS DE NASCENTES	FUNDOS DE VALE	
CÉLULA DE BIORRE-TENÇÃO	JARDIM DE CHUVA	Máximo desempenho	Aplicação incompatível			Biorretenção
	CANTEIRO PLUVIAL COM INFILTRAÇÃO	Máximo desempenho	Aplicação incompatível			Biorretenção em áreas compactas
	CANTEIRO PLUVIAL SEM INFILTRAÇÃO	Aplicação incompatível	Aplicação compatível		Máximo desempenho	
	BIOVALETA	Máximo desempenho	Aplicação compatível			Interconexão entre os sistemas de biorretenção

Destaca-se, assim, que um dos fatores que determina o grau de contribuição de uma célula de biorretenção é sua localização em relação à bacia hidrográfica na qual é inserida. Quando implantadas nas cabeceiras, nas partes mais altas da bacia, o solo tem maior capacidade de absorção da água. Ao passo em que nas partes mais baixas, já próximas aos fundos de vale, com o nível do lençol freático baixo em relação à superfície do solo, têm baixa capacidade de infiltração. Ainda assim, essas áreas podem abrigar depressões que compõem pequenas lagoas intermitentes capazes de reter temporariamente a água excedente nos picos de chuva. Os diferentes tipos de células de biorretenção devem ser implantadas de forma sistêmica, que somadas ou em rede, de forma que favoreçam a drenagem urbana.

Quanto à distribuição territorial destas células na cidade, destaca-se, neste momento, sua desigualdade socioespacial. Os profissionais que atuam na implantação das células de tipo dois conseguiram criar exemplos de jardins de chuva em áreas periféricas, porém não é a prática comum. As células foram instaladas em sua maioria na região central da cidade e no quadrante sudoeste, como apresentado na Figura 5. A gestão de águas e espaços verdes não devem ter relação com o poder aquisitivo dos moradores da região, dado que as bacias hidrográficas não respeitam divisões políticas. Dessa forma, é necessário aplicar estas células priorizando critérios de planejamento que devem ser normatizados.

A aplicação de infraestrutura verde para gestão de águas urbanas deve ser também combinada à infraestrutura cinza existente. Demonstrando a dialética dos sistemas de gestão de água por infraestrutura verde e cinza, sendo necessário haver interconexão. O guia do o departamento de águas da cidade de Philadelphia, EUA, GSI Planning and Design Manual (Philadelphia Water Department [PWD], 2021), apresenta uma forma integrada de trabalho, no qual é estimado para quais áreas da cidade cabe o uso de Green Stormwater Infrastructure (infraestrutura verde para águas pluviais, em tradução livre). Na Figura 10 é possível observar esta estimativa, demonstrando o processo que também é possível de ser realizado nas cidades brasileiras: planejar onde devem e não devem ser aplicadas as SbN.

FIGURA 10. Releitura do GSI Planning and Design Manual da cidade de Philadelphia. Fonte: adaptado de PWD (2021). Elaboração própria, 2021.



Projeto

O projeto destas células de biorretenção envolve as etapas de implantação depois do momento em que sua localização geográfica foi decidida. Assim define-se sua estrutura, camadas de drenagem e substrato de plantio, seleção de vegetação e método de implantação. Em termos do projeto destas estruturas, os jardins do tipo um - representados pelos jardins de chuva construídos nas vilas de bairros residenciais de médio-alto padrão e do tipo dois - representados por jardins de obras públicas feitas por profissionais privados qualificados - têm sido projetados e implantados de maneira mais adequada do ponto de vista da construção civil, sendo que alguns deles incluem capacidades participativas e didáticas que a tecnologia pode desempenhar. Porém, constatou-se que tais sistemas não foram projetados adotando critérios hidrológicos e não foi dada atenção à capacidade de remoção de poluição difusa. No entanto, é possível observar que em muitos deles as entradas, o caminho percorrido e as saídas de água têm soluções adequadas. Além disso, também fazem o plantio de vegetação nativa,

FIGURA 11. Projeto e implantação adequados de célula de biorretenção em projeto executado pela Subprefeitura da Penha. Fonte: os autores, 2021.



promovendo a biodiversidade botânica e ainda diferentes estratos de vegetação, mimetizando a organização das plantas em florestas. Na Figura 11 é possível observar a implantação de jardim de chuva na Penha, cujo projeto é adequado para entrada de água, possui camada de drenagem e o uso de plantas nativas com seleção botânica diversa. Apesar dos pontos positivos para este sistema, a sua implantação não foi realizada em local adequado, sendo feita no exutório de uma bacia hidrográfica, que é uma área de fundo de vale.

Quanto aos jardins do tipo três - representados por obras públicas advindas de projetos da PMSP - é possível destacar pontos positivos e negativos em seu projeto. Muitos apresentam entradas de água em locais que não correspondem aos pontos onde o escoamento superficial poderia entrar no jardim, o que pode ser visto na Figura 12 (esquerda). E é possível observar na Figura 12 (esquerda) e Figura 12 (direita) o uso de vegetação não nativa, como a tamareira-das-canárias (*Phoenix sp.*) e o capim-do-texas (*Pennisetum sp.*), além de pouca biodiversidade, mantendo o uso único de beris (*Canna sp.*) e capins isoladamente em cada parte do jardim. A pouca biodiversidade torna a colonização dificultosa e cria pouco habitat para espécies, além de o uso de espécies não-nativas incentivar a presença de polinizadores não nativos, gerando maior competição e pressão aos polinizadores locais. A entrada de água inadequada tornou a escolha dos beris problemática, pois são plantas que precisam de bastante água. Os jardins de chuva devem ser espaços capazes de receber o escoamento superficial, a seleção deve priorizar espécies que vivam bem em solo úmido, com capacidade de resistir a grandes cargas de água e aos períodos secos do clima de São Paulo.



FIGURA 12. exemplo de entrada de água que recebe pouco do escoamento superficial (esquerda) e vegetação não-nativa no mesmo jardim (Phoenix sp.) (direita).

Fonte: os autores, 2021.

Na Figura 13 (esquerda) é possível observar os beris (Canna sp.) recém plantados em jardim em frente ao Edifício Copan, na Figura 13 (meio) é possível observar o mesmo jardim em momento de poucas chuvas, com os beris tendo perdido boa parte de sua biomassa pelo fato do jardim não receber água devida, e na Figura 13 (direita) é possível observar a mesma espécie no jardim de chuva implantado na Penha, fotografada no mesmo dia, demonstrando a espécie em muito melhor condição. Ambas as espécies foram plantadas no fim do ano de 2020, momento da conclusão das duas estruturas.



FIGURA 13. beris após o plantio no jardim de chuva no centro, em dezembro de 2020 (esquerda). beris fotografados no jardim de chuva no centro em julho de 2021 (meio). a mesma espécie, beris, fotografados em jardim de chuva na na Penha em julho de 2021 (direita).

Fonte: os autores, 2021.

Por outro lado, jardins de chuva do tipo três, planejados pela PMSP, apresentam boas soluções práticas. Destaca-se a Figura 14, mostrando a entrada de água sendo solucionada pelo uso de uma guia padrão PSMP para bocas de lobo, de forma também a evitar acidentes se houvesse espaço que permita a fácil entrada de veículos nos passeios e calçadas. As soluções de gaiolas de brita de granulometria maior também devem ser destacadas, absorvendo o impacto mecânico do escoamento superficial de entrada e impedindo a lixiviação e o transporte de material particulado pequeno do jardim.



FIGURA 14. Visão geral de jardim de chuva no Pacaembú (esquerda) e entradas de água com guias padrão PMSP e brita para dissipar energia, no mesmo jardim (direita).
Fonte: os autores, 2021.

Em termos do projeto geométrico destes jardins, é necessário observar alguns critérios. Neste ponto, vale destacar a falta de normatização para a criação destas estruturas. Torna-se difícil avaliar a correta implantação quando não há parâmetro para tomar como base, como haveria se houvesse uma norma brasileira para SbN. Incentiva-se aqui a produção de normas para não só as células de biorretenção, mas também outras estruturas como tetos vegetados e paredes vegetadas, de forma que sua aplicação como política pública possa dar o melhor resultado ao investimento. Quanto à geometria destes jardins e o cálculo de sua capacidade de armazenamento, os autores trazem uma síntese nas Figuras 15 e Figura 16. Estes cálculos são relevantes para o planejamento em maior escala de células de biorretenção, havendo uma dialética constante entre o macro-planejamento territorial para locação destas células, seu micro-projeto e geometria para gestão das águas urbanas no local.

FIGURA 15. Síntese da hidrologia de jardins de chuva e termos importantes.
Fonte: elaboração própria, 2021.

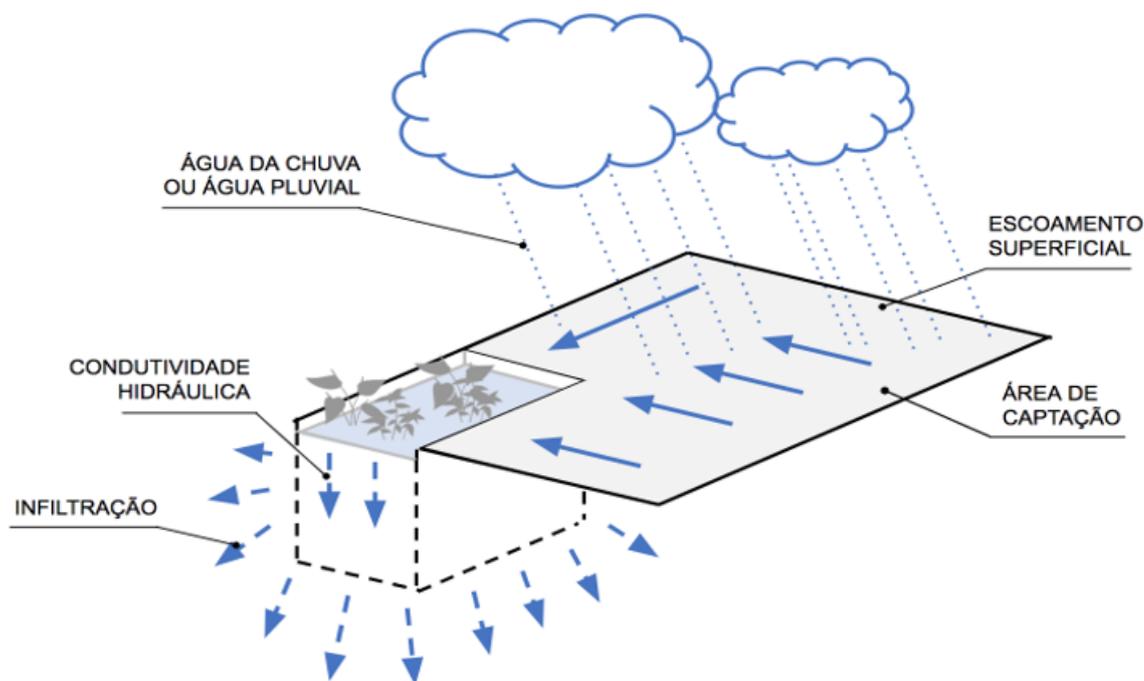
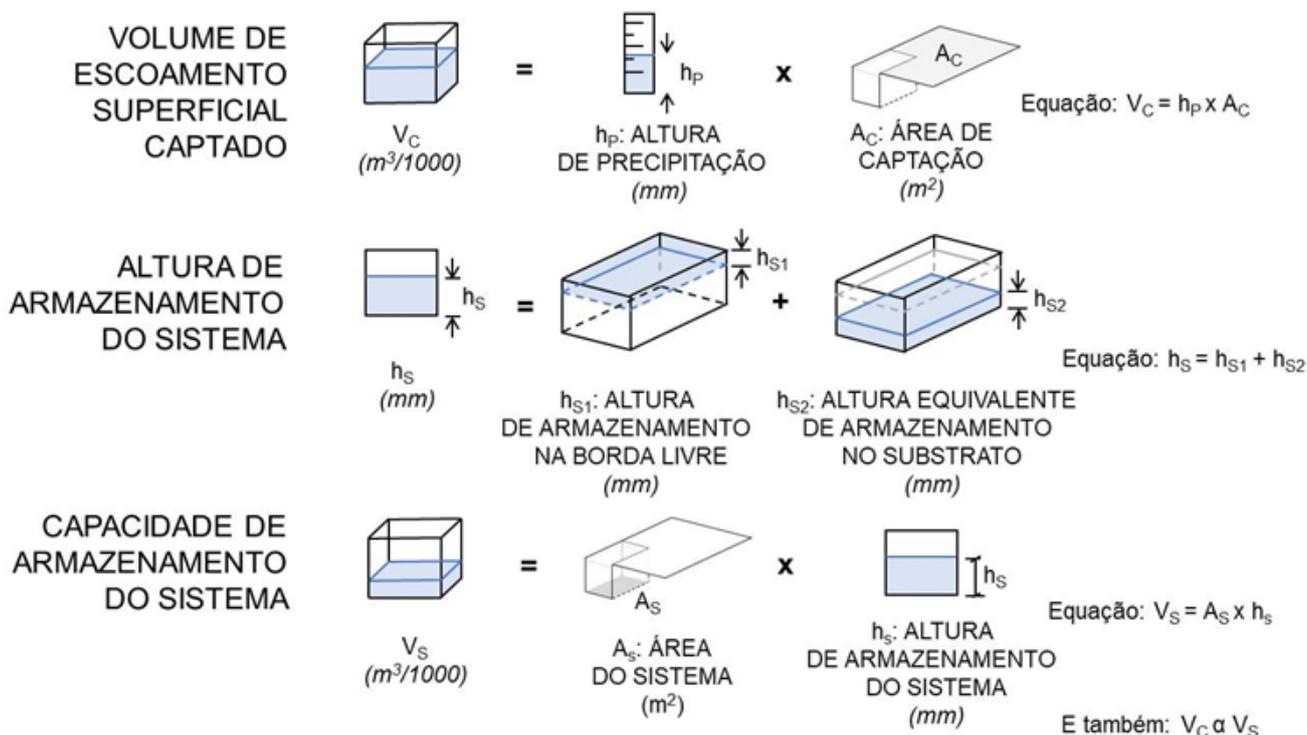


FIGURA 16. Síntese do cálculo de parâmetros geométricos relevantes no desempenho em gestão de quantidade de água por células de biorretenção.
Fonte: elaboração própria, 2021.



Monitoramento e manutenção

De forma a verificar continuamente o desempenho das células de biorretenção, tornando sua implantação um processo iterativo, e também manter seu desempenho satisfatório a longo prazo, o monitoramento e a manutenção precisam ser feitos de maneira efetiva.

A concepção de sensores de baixo custo para monitoramento em larga escala é importante, principalmente na pesquisa que tenha pouca verba para o monitoramento. Trabalhos desenvolvidos e apresentados por Pérez (2019) e Pereira et al. (no prelo), apresentam exemplos de concepção desses equipamentos para a coleta de dados expressiva e podendo auxiliar no processo de tornar as células de biorretenção tecnologia corrente de drenagem urbana. O monitoramento também pode ser feito de maneira colaborativa e, para tanto, os autores estão desenvolvendo plataforma aberta para cadastro e coleta de dados de SbN aplicadas na cidade de São Paulo.

Quanto à manutenção destas estruturas, novamente há aqui um ponto importante a ser previsto em norma. As células de biorretenção exi-

gem manutenção constante para manter seu desempenho, a exemplo de: limpeza de lixo acumulado que chega carregado pelo escoamento superficial, manutenção das camadas de drenagem para evitar a colmatação (obstrução dos vazios por material particulado fino), poda e manejo da vegetação, adubação e etc. Indica-se a depender do layout dos dispositivos de entrada do escoamento superficial, o uso de grelhas e telas que aparem o material carregado, para facilitar a sua remoção. Pouco se fala de manutenção das estruturas concebidas nas cidades, porém é importante haver uma rotina para tanto.

Participação popular

A participação pública foi institucionalizada e materializou-se no desenvolvimento urbano quanto à aplicação do Estatuto da Cidade por meio dos Planos Diretores (Goulart, Terzi & Otero, 2015). É um princípio mediante a “gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da sociedade” (Estatuto da Cidade, 2001).

Na apresentação da síntese dos principais tipos de jardins de chuva que já foram implantados na cidade, fica clara a necessidade de levar em conta as dinâmicas sociais e movimentos que atuam na região, como no caso do primeiro jardim de chuva do tipo um, na Vila Ipojuca, que foi construído sem o envolvimento da comunidade e do jardim de chuva da Vila Jataí que tem participação ativa da população do entorno. Assim, ilustra-se que a aplicação da SbN transcende os objetivos meramente ecológicos tornando uma rede de construção e apropriação social do meio urbano (Pereira et al., 2019).

Neste modelo de construção, além de obedecer a institucionalização da participação, ainda contempla o Planejamento Ambiental, que Bonzi, (2015) define como enfoque que busca conciliar o desenvolvimento de atividades humanas com a conservação da natureza. Para a população, a participação nesses ambientes favorece a vivência com a Natureza e impulsiona valores como fortalecimento do compromisso como agente de conservação da Natureza e biodiversidade e a viver de forma mais saudável (Santos, 2020), como exemplos temos a participação da população na implantação dos jardins de chuva da vila Itajaí e da rua Santanésia no Butantã e em ambos a população é a responsável pela limpeza e manutenção do espaço, e no jardim de chuva da vila Ipojuca o fato da população não ter participado da sua implantação resultou no fechamento da entrada da água da chuva na estrutura impedindo o pleno desempenho de suas funções, e ainda é visível a pouca variedade de espécies vegetais e abandono do local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na cidade de São Paulo, a implantação de células de biorretenção, um tipo de SbN, contempla o planejamento da paisagem urbana, que diferente do planejamento urbano convencional, valoriza e estimula a conservação da biodiversidade, promovendo o aumento da provisão de SE nos espaços construídos e contribuem para a melhoria da qualidade das águas do escoamento superficial, antes de chegarem aos rios. Tais intervenções rompem concreto e criam espaços permeáveis e vegetados no tecido urbano, produzem benefícios notáveis, mas precisam de atenção técnica de forma a garantir sua eficiência e manter o desempenho a longo prazo. Para que se estabeleça uma rede de infraestrutura verde urbana voltada à gestão de águas pluviais de forma efetiva, é necessário criar espaços interconectados no maior número de locais possíveis e estruturas de SbN distribuídas por todas as bacias hidrográficas, buscar sua conexão com os cursos d'água, incorporar sistemas de abatimento da poluição difusa além de adotar tecnologias que apoiem os sistemas de macrodrenagem.

As SbN apresentam potencial de levar a cidade a ser mais adaptativa às mudanças climáticas, na sua aplicação e gestão em busca da redução dos riscos associados, transformando-as em locais mais resilientes.

Para dar sustentação às SbN e promover uma rede capaz de se auto sustentar para além das células de biorretenção, deve-se analisar o potencial de implantação de corredores verdes, com atenção a rios e córregos, para no futuro pensar na possibilidade da configuração de um mosaico de paisagem. Entender e usar a dinâmica entre diversos atores é crucial, envolvendo população, poder público e auxílio técnico para realização de projetos comunitários.

Assim, ciente do potencial das estruturas de SbN e dos problemas ambientais enfrentados por uma cidade como São Paulo, é necessário implantá-las em locais e com dimensionamento adequado, que possibilite o desempenho pleno do seu papel. Urge que nomenclaturas, definições, terminologias e mesmo conhecimento dos processos ecológicos que envolvem o solo, a água, a fauna, flora e o ar sejam buscados e que o poder público que atua diretamente nos municípios busque qualificação de suas equipes para que a contribuição do equipamento implantados sejam mais efetivos para a cidade, assim como as providências a serem tomadas. Ressalta-se a necessidade de equipes transdisciplinares em todas as esferas de atuação com SbN.

Neste momento em que o relatório atual da Organização das Nações Unidas (ONU) o State of Finance for Nature (United Nations Environment Programme [UNEP], World Economic Forum [WEF], Economics of Land Degradation [ELD], Vivid Economic, 2021) indica a necessidade de multiplicar em trinta vezes os investimentos em SbN até 2050,

enaltece-se a capacidade de diversos atores e poder público em São Paulo terem conseguido conquistar espaços para biodiversidade, implantando células de biorretenção inicialmente na forma que for possível, mesmo que ainda incipientes. E incentiva-se que os trabalhos continuem e leve ao aprendizado constantemente. Já há na cidade de São Paulo uma aplicação expressiva destas estruturas e é necessário continuar planejando e melhorando, cientes de que as SbN precisam de atenção desde o momento do planejamento da área a ser implantada ao projeto executivo.

O artigo apresentou, portanto, o que tem sido feito e o que é necessário melhorar para possibilitar a aplicação efetiva de células de biorretenção. Espera-se que estas SbN se tornem reconhecidamente parte do arcabouço de tecnologias correntes para drenagem pluvial urbana em São Paulo e no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte da CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, ANA - Agência Nacional de Águas através do Projeto CAPES/ANA MOMA e a FCTH - Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica.

REFERÊNCIAS

Ab'Sáber, A. N. (1957). Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo. (Tese de doutorado, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo).

Baptista, M. B., Nascimento, N., & Barraud, S. (2011). Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre, RS: ABRH.

Bonzi, R. S. (2015). Andar sobre Água Preta: a aplicação da Infraestrutura Verde em áreas densamente urbanizadas (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo).

Capuccini, E. (2011). Applicazioni di tecnologie BMP ai sistemi di drenaggio urbano (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade de Bologna). Recuperado de <https://amslaurea.unibo.it/2032/>.

Cormier, N. S., & Pellegrino, P. R. M. (2008). Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. *Paisagem e Ambiente*, 25, 127-142. doi: 10.11606/issn.2359-5361.v0i25p127-142

Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G., & Clar, M. (2009). Bioretention technology: Overview of current practice and future needs. *Journal of Environmental Engineering*, 135(3), 109-117. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109)

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., ... & Le Roux, X. (2015). Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(4), 243-248. doi: 10.14512/gaia.24.4.9.

Estatuto da cidade. (2001, 10 de julho) Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm

Goulart, J. O., Terci, E. T., & Otero, E. V. (2015). Participação política e gestão urbana sob o Estatuto da Cidade. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 7, 122-135. doi: 10.1590/2175-3369.007.001.AO08 I

Hough, M. L. (1998). *Naturaleza y ciudad: Planificación Urbana y Procesos Ecológicos*. Barcelona: Gustavo Gili.

Hunt, W. F., Davis, A. P., & Traver, R. G. (2012). Meeting hydrologic and water quality goals through targeted bioretention design. *Journal of Environmental Engineering*, 138(6), 698-707. doi: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000504

International Union for Conservation of Nature (2020). *Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. Gland, Switzerland. doi: 10.2305/IUCN.CH.2020.08. en

Mc'Harg, I. L. (2000) *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili.

Moura, N. C. B. D. (2014). *Biorretenção: tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva* (Tese de doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Oliveira, L. N. D. (2018). *Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí)*. (Tese de Doutorado, Instituto de Geografia, Faculdade Federal de Pernambuco). Recuperado de <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29713>.

Oliveira, E. M., Soares, M. C., & Bonzi, R. S. (2012). Aplicação do desenho ambiental para a bacia do córrego das corujas: Potencialidades e limitações na implantação de um parque linear. *Revista LABVERDE*, (4), 31-62. doi: 0.11606/issn.2179-2275.v0i4p31-62

Pereira, M. C. S., Martins, J. R. S., & Martins, R. S. (2019). Potencial de aplicação de infraestrutura verde na bacia de drenagem do córrego Bellini. *Revista LABVERDE*, 9(2), 35-60. doi: 10.11606/issn.2179-2275.v9i2p35-60.

Pereira, M. C. S. ; Duarte, B.P.S. ; Nogueira, F. F. ; Silva, F. P; Gobatti, L.; Leite, B.C.C.; Martins, J. R. S. (no prelo). *Utilização de Equipamentos de Monitoramento de baixo custo para aplicação em corpos hídricos*. (Trabalho será apresentado no Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2021, Belo Horizonte, MG).

Perez, C. G. *Desenvolvimento de equipamento de baixo custo para registro contínuo de variação do nível da água contribuindo à formação de sistemas de alerta de eventos naturais e extremos-Estudo de caso complementado por variáveis ambientais em Cananéia (SP, Brasil)*. (Dissertação de mestrado, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Pinheiro, M. B. (2017). *Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies* (Dissertação de mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Prefeitura de São Paulo. Prefeitura investe em jardins de chuva que minimizam os efeitos de alagamentos em São Paulo. Recuperado de <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/prefeitura-investe-em-jardins-de-chuva-que-minimizam-os-efeitos-de-alagamentos-em-sao-paulo>.

Philadelphia Water Department (2021). GSI Planning & Design Manual. Philadelphia. Recuperado de <https://water.phila.gov/gsi/planning-design/>

Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., ... & Zurek, M. B. Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment. (MEA Report 2005) Washington, DC.

Roy-Poirier, A., Champagne, P., & Fillion, Y. (2010). Review of bioretention system research and design: past, present, and future. *Journal of Environmental Engineering*, 136(9), 878-889. doi: 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000227

Santos, E. C. M. (2020). O papel das comunidades para a construção de cidades resilientes: O caso do Jardim de chuva do Largo das Araucárias, Pinheiros-SP. *Revista LABVERDE*, 10(1). doi: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2020.171431

Schutzer, J.G.(2012) Cidade e Meio Ambiente. São Paulo, SP: EDUSP.

Soares, M. C. (2014). Parques lineares em São Paulo: uma rede de rios e áreas verdes que conecta lugares e pessoas. (Dissertação de mestrado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Spraakman, S., Rodgers, T. F., Monri-Fung, H., Nowicki, A., Diamond, M. L., Passetport, E., ... & Drake, J. (2020). A Need for Standardized Reporting: A Scoping Review of Bioretention Research 2000–2019. *Water*, 12(11), 3122. doi: 10.3390/w12113122

SPIRN, Anne W. O Jardim de granito. São Paulo: Edusp, 199

Travassos, L. R. F. C. (2010). Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo. (Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Tirpak, R. A., Winston, R. J., Simpson, I. M., Dorsey, J. D., Grimm, A. G., Pieschek, R. L., ... & Carpenter, D. D. (2021). Hydrologic impacts of retrofitted low impact development in a commercial parking lot. *Journal of Hydrology*, 592, 125773. doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125773

United Nations. (2019). World population prospects 2019: highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Recuperado de <https://population.un.org/wpp/Publications/>

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2013). Greening EPA Washington, D.C. Recuperado de <https://nepis.epa.gov/>

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (2021) Green Streets Handbook, D.C. Recuperado de <https://www.epa.gov/>

United Nations Environment Programme, World Economic Forum, Economics of Land Degradation, Vivid Economic. State of Finance for Nature 2021 (UNEP Report 2021). (2021) Nairobi.

Maria Cristina Santana Pereira

Engenheira Ambiental, Mestra em Recursos Hídricos, Doutoranda em Recursos Hídricos na Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP.

E-mail: maripereira@usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0076-1251>.

Lucas Gobatti

Engenheiro Civil e Arquiteto pelo programa POLI/FAU, Mestrando em Inovação na Construção Civil na Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8561-2385>

Mariana Corrêa Soares

Arquiteta graduada em 2004, Mestra em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, São Paulo, SP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6444-5189>.

Brenda Chaves Coelho Leite

Professora doutora do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3538-3788>.

José Rodolfo Scarati Martins

Professor associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP, São Paulo, SP.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3331-1222>.

Recebido em: 07/08/2021.

Aceito em: 04/12/2021.

FLORESTA URBANA, SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E PAISAGEM

PLANEJAMENTO E PROJETO NA CIDADE DE SÃO CARLOS (SP)

Daniel Tonelli Caiche

Renata Bovo Peres

Luciana Bongiovanni Martins Schenk

RESUMO

A urbanização e os conflitos gerados com o meio ambiente se apresentam como uma das mais desafiadoras questões dos nossos tempos, gerando a necessidade da criação de novas e diferentes abordagens sobre o território urbano como Floresta Urbana, Serviços Ecossistêmicos, Sistema de Espaços Livres e Infraestrutura Verde e, mais recentemente, Soluções baseadas na Natureza. Contudo, a incorporação desses conceitos em instrumentos normativos, bases para implantação de políticas públicas, ainda é um grande desafio nas cidades da América Latina. Diante do exposto, o objetivo desse artigo foi discutir e apresentar o caso do município de São Carlos (SP), como uma experiência de planejamento de Floresta Urbana com base em SbN, que se estrutura a partir de um Sistema de Espaços Livres, moldado por bases legais. O método utilizado dividiu-se em três partes, sendo a primeira um resgate histórico-temporal da criação das legislações e das cartografias de planejamento da última década, a segunda analisa a articulação desses instrumentos e dessas cartografias e na terceira parte apresenta-se um processo de planejamento e projeto de Paisagem, baseado em um Sistema de Espaços Livres e de Infraestrutura Verde. Os instrumentos marcaram, sequencialmente, um histórico de conquistas, como a criação de Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais - APREM; Áreas de Interesse Ambiental - AIA; Faixas Verdes Complementares - FVC; Parques Urbanos e a proposta de um Sistema de Parques Municipais - SIPAM. Contribui-se, assim, para a construção de caminhos para um planejamento mais sistêmico, ancorado em processos de construção cultural que integrem diferentes agentes e que sejam pautados na noção de interesse público e nas relações mais próximas entre homem e natureza.

Palavras-chave

Soluções baseadas na Natureza (SbN); Planejamento urbano; Sistema de Espaços Livres; Floresta Urbana; Paisagem.



BOSQUES URBANOS, SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA Y PAISAJE

PLANIFICACIÓN Y PROYECTO EN LA CIUDAD DE SÃO CARLOS (SP)

Daniel Tonelli Caiche

Renata Bovo Peres

Luciana Bongiovanni Martins Schenk

RESUMEN

La urbanización y los conflictos generados con el medio ambiente son uno de los temas más desafiantes de nuestro tiempo, generando la necesidad de crear nuevos y diferentes enfoques del territorio urbano como Bosque Urbano, Servicios Ecosistémicos, Sistema de Espacio Abierto e Infraestructura Verde y, más recientemente, Soluciones basadas en la naturaleza. Sin embargo, la incorporación de estos conceptos en instrumentos normativos, bases para la implementación de políticas públicas, sigue siendo un gran desafío en las ciudades latinoamericanas. Dado lo anterior, el objetivo de este artículo fue discutir y presentar el caso de la ciudad de São Carlos (SP), como una experiencia de planificación de un Bosque Urbano basado en SbN, que se estructura a partir de un Sistema de Espacios Abiertos, conformado por bases legales. El método utilizado se dividió en tres partes, siendo la primera una revisión histórico-temporal de la creación de legislación y cartografías urbanísticas de la última década, la segunda analiza la articulación de estos instrumentos y cartografías y la tercera parte presenta un proceso de planificación del paisaje y diseño, basado en un Sistema de Espacios Abiertos e Infraestructura Verde. Los instrumentos que marcaron secuencialmente una historia de logros que van desde la creación de Áreas de Protección y Recuperación de Fuentes de Agua - APREM; Áreas de interés ambiental - AIA; Tiras verdes complementarias - FVC; Parques Urbanos y Sistema de Parques Municipales - SIPAM. Se espera que a partir de este artículo se vislumbren caminos para una planificación más sistémica, anclada en procesos de construcción cultural que integran diferentes agentes y que se guían por la noción de interés público y relaciones más estrechas entre el hombre y la naturaleza.

Palabras-clave

Soluciones basadas en la naturaleza; Sistema de espacio abierto; Bosque Urbano; Parque Urbano; Paisaje.



URBAN FOREST, NATURE BASED SOLUTIONS AND LANDSCAPE PLANNING AND PROJECT IN THE CITY OF SÃO CARLOS (SP)

Daniel Tonelli Caiche
Renata Bovo Peres
Luciana Bongiovanni Martins Schenk

ABSTRACT

Urbanization and the conflicts generated with the environment are one of the most challenging issues of our times, generating the need to create new and different approaches to urban territory such as Urban Forest, Ecosystem Services, Open Space System and Green Infrastructure and, more recently, Nature-based Solutions. However, the incorporation of these concepts in normative instruments, bases for the implementation of public policies, is still a great challenge in Latin American cities. Given the above, the aim of this article was to discuss and present the case of the city of São Carlos (SP), as an experience of planning an Urban Forest based on SbN, which is structured from a System of Open Spaces, shaped by legal bases. The method used was divided into three parts, the first being a historical-temporal review of the creation of legislation and planning cartographies of the last decade, the second analyzes the articulation of these instruments and cartographies and the third part presents a process of Landscape planning and design, based on a System of Open Spaces and Green Infrastructure. The instruments that sequentially marked a history of achievements ranging from the creation of Protection and Recovery Areas of Water Sources - APREM; Areas of Environmental Interest - AIA; Complementary Green Strips - FVC; Urban Parks and a System of Municipal Parks - SIPAM. It is hoped that from this article, paths for a more systemic planning can be glimpsed, anchored in cultural construction processes that integrate different agents and that are based on the notion of public interest and on closer relations between man and nature.

Keywords

Nature Based Solutions; Open space system; Urban Forest; Urban Park; Landscape.



INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e os conflitos gerados com o meio ambiente se apresentam como uma das maiores e mais desafiadoras questões dos nossos tempos. Em cidades do mundo todo são frequentes problemas relacionados às inundações urbanas, ilhas de calor, alteração nos regimes de águas pluviais, entre outros efeitos cada vez mais marcantes e agudos, muitas vezes associados ao processo das mudanças climáticas. Como agravante em relação à nossa realidade, de acordo com a publicação do relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climática (IPCC, 2020), 35% dos países mais vulneráveis estão localizados na América Latina (Peres & Schenk, 2021).

Pesquisadores e profissionais de diversos campos disciplinares vêm se dedicando a compreender os efeitos da urbanização e seus diferentes impactos na alteração das paisagens e como esses aspectos podem promover uma sociedade mais justa e sustentável (Lafortezza & Sanesi, 2020; Zhao et al., 2013).

Diante da complexidade do processo de produção de cidades, o Planejamento da Paisagem, se apoia em ideias difundidas a partir de diferentes campos disciplinares e práticas profissionais e tem a abordagem sistêmica como uma de suas premissas.

Os conceitos Soluções baseadas na Natureza (SbN); Floresta Urbana, Sistema de Espaços Livres (SEL), Infraestrutura Verde e Serviços Ecossistêmicos são ancorados em abordagens sistêmicas e vêm de diferentes campos do conhecimento (como ciências ambientais, ecologia da paisagem, arquitetura e urbanismo). (Escobedo, Giannico, Jim, Sanesi, & Lafortezza, 2019; Santos, Maria Fernanda Nóbrega Enokibara, 2021).

Trabalhados de forma integrada, esses conceitos podem ajudar tanto a restaurar os processos ecológicos naturais nas cidades, de modo a mitigar os efeitos das mudanças climáticas, quanto impactar positivamente as experiências humanas de identidade, memória e convívio. Essas integrações foram ainda mais evidenciadas durante a pandemia COVID-19, pois se vislumbram mudanças de paradigmas nos estilos de vida e nos usos dos diferentes espaços das cidades (Macedo, Picavet, Oliveira, & Shih, 2021).

Além da importância da articulação de princípios e diretrizes e do alinhamento entre campos disciplinares, a incorporação desses conceitos em instrumentos normativos, capazes de servir como suporte para implantação de políticas públicas, é um aspecto fundamental para a viabilidade das ações de planejamento e gestão.

Em cidades latinoamericanas e, algumas, brasileiras, esforços vêm

sendo realizados no sentido de inserir princípios relacionados às SbN nas legislações e políticas públicas (Fraga, 2020; Herzog & Rozado, 2019). A despeito desses esforços, a implementação desses instrumentos ainda é realizada de forma parcial e pouco articulada entre as instâncias administrativas.

O município de São Carlos, localizado na região central do estado de São Paulo, vem sendo reconhecido como um exemplo de iniciativa de gestão pública, que criou, em conjunto com universidades e sociedade civil, uma sequência de instrumentos normativos que permitem promover estratégias de Floresta Urbana com base em SbN, a partir do reconhecimento de um Sistema de Espaços Livres que funciona como suporte para projetos de Infraestruturas Verdes.

A intenção na criação desses instrumentos normativos, foi sobretudo, identificar e salvaguardar partes estratégicas do território, espaços livres de edificações, e as transformar em mecanismos permanentes de gestão municipal, pois esses espaços podem ser planejados e projetados como lugares que promovem a vida e a base da resiliência urbana em uma cidade que historicamente sempre sofreu com problemas de inundações urbanas, principalmente nas áreas centrais.

Diante do exposto, o objetivo desse artigo é discutir e apresentar o caso do município de São Carlos (SP), como uma experiência de implementação de Floresta Urbana com base em SbN, que se estrutura a partir de um Sistema de Espaços Livres e que dialoga com bases legais em suas formas municipais, estaduais e federais. A expectativa é que esse esforço desenvolva referências potenciais de planejamento e projeto e que possam ser adaptadas a contextos semelhantes.

REFERENCIAL TEÓRICO

As chamadas Soluções baseadas na Natureza (SbN), termo destacado pela União Internacional para a Conservação da Natureza, vêm ganhando protagonismo por ser uma forma de “trabalhar com a natureza”, bem como um “conjunto de ações para proteger, gerenciar e restaurar os ecossistemas naturais ou modificados, e que atendem a desafios de forma sistêmica, eficaz e adaptativa, proporcionando, simultaneamente, benefícios de bem-estar e de biodiversidade” (Cohen-Shacham, Walters, Janzen, & Maginnis, 2016, p.1).

Terminologia anterior e pioneira, a Floresta Urbana, também tem um caráter sistêmico em sua formulação, e pode ser entendida como o conjunto de todas as árvores existentes nas áreas urbanas e periurbanas de uma cidade, incluindo árvores presentes nas calçadas, estacionamentos, parques, bosques, praças, áreas verdes, áreas de preservação permanente e de áreas particulares. Atualmente, sua

formulação compreende também tipologias contemporâneas, como edificações, paredes e telhados verdes (Cormier & Pellegrino, 2008; Escobedo et al., 2019).

Por sua vez, e potencialmente relacionado ao ideário de Floresta Urbana, o Sistema de Espaços Livres (SEL), abrange todo espaço não ocupado por um volume edificado, cujos principais exemplos são: o conjunto das ruas, calçadas, praças e parques, bem como os terrenos e os espaços privados livres de construções (Magnoli, 2006). A ideia de se pensar os espaços livres sistemicamente vem sendo reconhecida como referência e base metodológica para se formular propostas de planejamento e desenhos que possam contribuir, com a conectividade, a biodiversidade e a qualidade ambiental e estética da paisagem, especialmente através da integração de infraestruturas e sistemas urbanos, com a valorização do uso público e de aspectos históricos e socioculturais (Lima & Schenk, 2018; S. S. Macedo, et al., 2012).

O conceito de Infraestrutura Verde é compreendido neste trabalho, dentro dos campos da Arquitetura, Urbanismo e Planejamento da Paisagem. Nesse sentido, ele não se refere apenas às estratégias integradas para manejo de águas pluviais, sendo um conceito mais abrangente, como definem Cormier e Pellegrino (2008, p. 128) como uma "rede de espaços interconectados, na escala do planejamento urbano e regional, composta de áreas naturais e outros tipos de espaços abertos que conservam os valores dos ecossistemas naturais e suas funções como mananciais, controle ambiental, regulação climática, recreação e lazer, provendo uma ampla gama de benefícios para a sociedade" (dos Santos & Enokibara, 2021).

Infraestruturas Verdes são Soluções baseadas na Natureza com funções que podem ser ambientais (por exemplo, para conservação da biodiversidade), sociais (como o controle de drenagem em áreas urbanas) e econômicas (por exemplo, a valorização de imóveis), e que muitas vezes desempenham mais de uma função ao mesmo tempo (Instituto Polis, 2021).

Compreendendo que os conceitos podem ser trabalhados de forma integrada, os Serviços Ecossistêmicos aparecem como um importante ponto de convergência, pois eles são potencialmente capazes de quantificar e qualificar os espaços verdes através de indicadores, estabelecendo bases mais pragmáticas para processos de planejamento, projeto e decisões sobre o território urbano. (Bowler, Buyung-Ali, Knight, & Pullin, 2010; Carrus et al., 2015; Mullaney, Lucke, & Trueman, 2015).

São entendidos como os benefícios que as pessoas obtêm da natureza, ou seja, contribuições da natureza para as sociedades. Existem

três categorias de Serviços Ecosistêmicos: de provisão (alimentos, plantas medicinais, madeira etc.), de regulação do ambiente feita pelos ecossistemas e pelos seres vivos (regulação do clima, controle da erosão, controle biológico de pragas), e os serviços culturais obtidos pelo contato entre humanos e natureza, com contribuição às relações sociais e culturais (como beleza cênica e de conservação da paisagem) (Instituto Polis, 2021).

Estes serviços têm, portanto, dimensões "objetivas" relacionadas ao controle das inundações urbanas, diminuição de temperatura e melhoria da qualidade do ar; bem como dimensões "subjetivas", relacionadas à saúde física e mental, que podem dialogar com questões estéticas e culturais. (Gilstad-Hayden et al., 2015; Liu et al., 2018; Townsend & Barton, 2018).

MATERIAIS E MÉTODOS

Visando apresentar e discutir a experiência do município de São Carlos (SP), o trabalho divide-se em três etapas metodológicas que se relacionam.

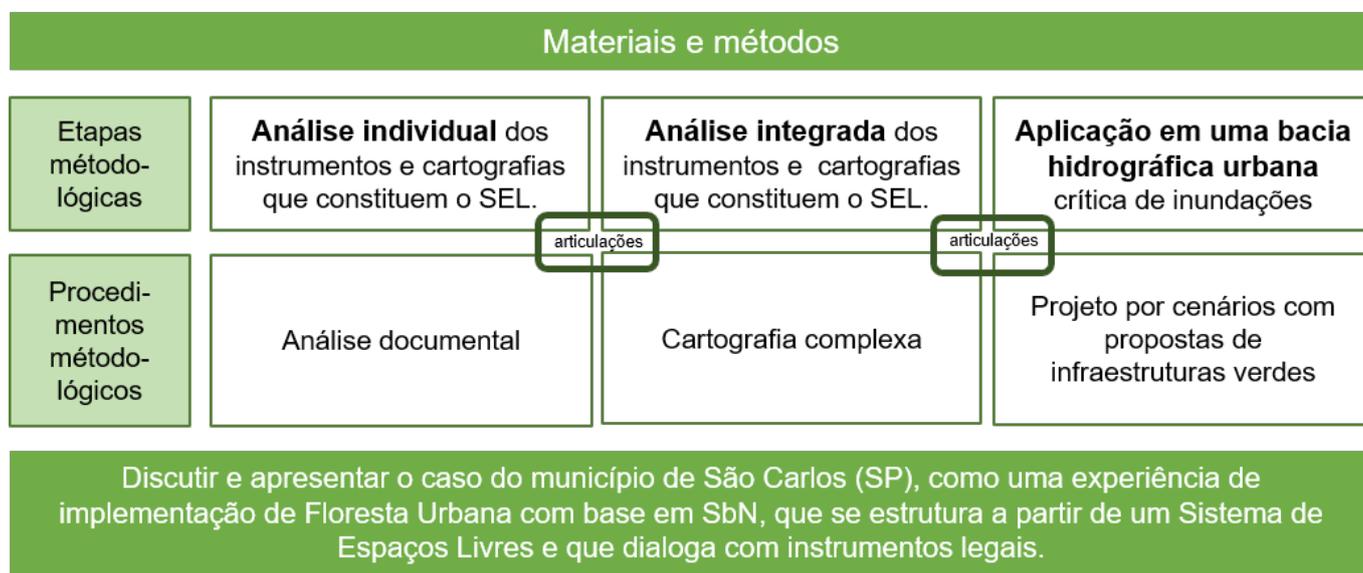
A primeira etapa foi a análise individual de alguns instrumentos de planejamento do município de São Carlos. Usando como procedimento a análise documental, cada legislação foi estudada, considerando a sequência histórico-temporal, permitindo visualizar e identificar aspectos que foram construindo, aos poucos, o Sistema de Espaços Livres, cujo processo de consolidação fundamentou a reserva de partes estratégicas do território aptas à implantação dos projetos de Floresta Urbana e SbN (Figuras 1 a 4).

A segunda etapa representou a análise integrada, utilizando procedimentos da cartografia complexa, e tratou do movimento de articulação dos instrumentos e das cartografias resultantes dessas legislações. A cartografia e sua sobreposição com diferentes informações como possível metodologia para a obtenção de áreas passíveis de ocupação são inauguradas no campo disciplinar da Arquitetura da Paisagem (Ian McHarg). Seu livro *Design with Nature* se tornou referência para diferentes campos disciplinares e foi aprofundado pelo campo da Ecologia da Paisagem em relação às suas questões. Na atualidade vivenciam-se novas abordagens dessa metodologia, a partir do desenvolvimento técnico e tecnológico propiciado pelo uso de ferramentas georreferenciadas. Nessa etapa metodológica, os mapas resultantes de cada legislação foram cruzados por sistemas de informações geográficas, nos quais se procurou identificar espaços livres potenciais para intervenção, bem como elementos e características essenciais relativos à formação e consolidação de Floresta Urbana no município, considerando os princípios e abordagens das Soluções

baseadas na Natureza (Figura 5).

Tomando como recorte espacial e potencial a Bacia Hidrográfica do Córrego do Simeão, fortemente prejudicada por inundações urbanas, a terceira etapa metodológica, desenvolveu workshop envolvendo leitura urbana, planejamento e projeto de Paisagem, considerando os instrumentos normativos analisados e o Sistema de Espaços Livres proposto para São Carlos. A partir do SEL, foram indicados cenários com propostas de Infraestruturas Verdes baseadas nos conceitos de Floresta Urbana e SbN.

O quadro a seguir (Quadro 1) apresenta a síntese metodológica do trabalho.



QUADRO 1. Síntese metodológica do trabalho.

Fonte: Elaboração própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: FLORESTA URBANA, SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E PAISAGEM NA CIDADE DE SÃO CARLOS (SP)

A construção das legislações e cartografias de Floresta Urbana

São Carlos configura-se como uma cidade média paulista de relevância regional, localizada na porção centro-oeste do Estado de São Paulo. Possui uma extensão territorial de 1.136,9 km², população estimada de 254.484 habitantes e densidade demográfica de 195,15 habitantes por km² (IBGE, 2017). Além do critério populacional, os fatores que a caracterizam como uma cidade média de referência são: seu papel produtivo; sua articulação na rede urbana, localização em novos eixos de desenvolvimento (Sposito, 2006); presença de universidades e

centros de pesquisas, o que a torna uma cidade conectada com redes globais de conhecimento e de inovação.

No que se refere ao seu Sistema de Espaços Livres há um cenário até então pouco qualificado, fragmentado e com baixa identidade pela população, principalmente, pelo histórico de desvalorização das políticas municipais (Peres, Silva, & Schenk, 2019). Esse cenário tem comprometido a efetividade e a legitimidade de um planejamento, ancorado na noção de interesse público (Caiche & Peres, 2021). Análises de Trevisan, Moschini, e Balzter, (2018) identificaram que as áreas de vegetação nativa no município de São Carlos reduziram cerca de 30% nos últimos dez anos e estão sendo substituídas, sobretudo, pela cultura da cana-de-açúcar, acentuando o processo de fragmentação da paisagem. Em escala intraurbana, estudos de Viana (2013) indicam que 26% da área urbana são cobertos por vegetação arbórea, porém sua distribuição no território é irregular e desigual.

Reconhecendo a necessidade de tentativa de reversão desse cenário, as iniciativas desenvolvidas na cidade de São Carlos que serão descritas neste item, marcam um conjunto de conquistas demarcadas por instrumentos normativos em diferentes momentos históricos e gestões públicas.

O arcabouço normativo criado definiu instrumentos de planejamento e gestão diferenciados, que permitiram pensar estratégias associadas de promoção de Floresta Urbana. A intenção foi, principalmente, identificar e salvaguardar partes estratégicas do território e as transformar em mecanismos permanentes de gestão municipal para que pudessem estruturar um Sistema de Espaços Livres mais permanente e potencial de Floresta Urbana, como oportunidade de projeto dentro da perspectiva SbN e para o aumento da resiliência. Os instrumentos marcaram, sequencialmente, um histórico de conquistas, definidas sobretudo em legislação municipal, que vão, desde a criação de Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais - APREM; Áreas de Interesse Ambiental - AIA; Faixas Verdes Complementares - FVC; Parques Urbanos e a proposta de um Sistema de Parques Municipais.

O primeiro instrumento normativo foi o Plano Diretor Municipal, de 2005 (Lei Municipal no 13.691/2005). Esta peça representou o esforço de uma equipe de gestão que contemplou os instrumentos propostos pelo Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001) e amparou-se em novas posturas de planejamento urbano e regionais. O esforço estava, portanto, em compor uma Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano e produzir informações sistematizadas sobre o município.

Essa equipe procurou realizar uma ampla análise do território a partir de suas características físicas, históricas, culturais e sociais, relações urbanas e rurais, e das integrações dessas dinâmicas. Nesse momento

de descobertas e leituras, percebeu-se o acentuado grau de transformações e impactos negativos advindos dos processos especulativos de ocupação do solo e que não contemplaram os elementos e as características presentes no município. Os impactos evidentes apontavam para a temática ambiental, sobretudo nas relações entre os processos inadequados de ocupação urbana e suas consequências, como ocupações irregulares em áreas de preservação, formação de áreas de risco à população, baixa qualidade das águas urbanas, pressão antrópica nos mananciais (Peres, 2012).

Uma grande vulnerabilidade evidenciada pela etapa de leituras técnicas e participativas relacionou-se com as duas áreas de mananciais superficiais de abastecimento público: a Bacia do Rio Monjolinho e a Bacia do Ribeirão Feijão pelo fato de (principalmente a primeira) receberem um tipo de ocupação antrópica inadequada e, em momento algum, terem sido objeto de intervenções ou políticas públicas que almejassem protegê-las. A preocupação, nesse sentido, estava em evitar que essas áreas de mananciais deixassem de servir para o abastecimento público da população de São Carlos, procurando não repetir o que já tinha ocorrido com outra área de manancial, que foi rodeada pela ocupação urbana e, graças à poluição, foi inviabilizada.

A proteção dos mananciais marcou repercussões evidentes no Plano Diretor em termos de novas unidades de planejamento, como as bacias hidrográficas, por exemplo, e da definição de coeficientes e parâmetros construtivos diferenciados.

Além disso, em razão dessa demanda enfaticamente defendida pelo Conselho de Meio Ambiente (COMDEMA) da época, no ano seguinte, em dezembro de 2006, foi aprovado o segundo instrumento normativo, a Lei Municipal no 13.944/2006, que dispôs sobre a criação das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município (APREMs), conhecida como Lei dos Mananciais.

Essa lei instituiu duas unidades de planejamento e gestão, cuja função social principal seria a preservação e a conservação do abastecimento de água com qualidade. As unidades criadas foram: APREM do Monjolinho e APREM do Feijão (Figura 1). Além desta importante demarcação territorial, o grande avanço, em termos de formação de Floresta Urbana foi a criação da chamada SAPRE 2 (Sub-área de Preservação 2). As SAPREs 2 representam áreas constituídas de uma faixa de 50 metros a partir das Áreas de Preservação Permanente definidas por Lei. As SAPREs ampliam em 70 metros as áreas de preservação permanente, tanto em cursos d'água quanto em nascentes, totalizando 100 e 120 metros as APP's respectivamente.

Análises de Capoia e Gonçalves (2019) verificaram que, entre 2006 e 2016, houve ganhos nas áreas de APP das bacias do Monjolinho e do

Ribeirão do Feijão, sendo respectivamente 1,02% e 9,41%. Porém, ainda existem áreas em desacordo com a legislação, devido à expansão urbana e usos agrícolas, principalmente pastagem e solo exposto.

Dez anos depois da criação da Lei da APREM, no ano de 2016, o Plano Diretor Municipal passa por uma revisão (aprovado na Lei Municipal no 18.053/2016). Esse terceiro instrumento normativo, marca um importante avanço em relação à visibilidade e constituição do Sistema de Espaços Livres e em termos de um potencial planejamento da Floresta Urbana. Todo o conjunto de áreas de fundos de vale, nascentes, corpos d'água e Áreas de Preservação Permanente passam a ter relevante destaque enquanto elemento na paisagem, sendo classificado como Áreas de Interesse Ambiental (AIAs) (Figura 2).

As Áreas de Interesses Ambiental compreenderam, portanto, porções do território cujas funções sociais principais seriam: proteção de mananciais, nascentes e APPs; proteção da biodiversidade e de áreas com vegetação significativa ou reflorestamento de espécies nativas; proteção de praças, parques, paisagens notáveis, encostas e fundos de vale e uso adequado e sustentável; contribuição para a drenagem de água pluvial, prevenindo enchentes, erosões e promovendo a recarga dos reservatórios de águas subterrâneas; criação de Parques Lineares e Unidades de Conservação, como Parques Municipais e Estações Ecológicas; promoção da educação ambiental como ferramenta interdisciplinar para o reconhecimento, preservação e uso adequado dos recursos ambientais; promoção de ações necessárias para minorar, no nível local, os efeitos do aumento de temperatura associado às mudanças climáticas globais.

Juntamente com as AIAs, o Plano Diretor Municipal de 2016 também criou um novo importante instrumento de formação de Floresta Urbana, denominado Faixa Verde Complementar (FVC). As Faixas Verdes Complementares (FVC), são áreas contíguas às APPs, previstas para novos parcelamentos do solo, com dimensões que variam entre 10, 30 e 50 metros. Elas têm a finalidade de ampliar a faixa de proteção dos corpos d'água, incrementar a permeabilidade do solo, servir de suporte para a implantação de parques lineares e infraestruturas verdes e sistemas de drenagem sustentáveis.

De forma complementar aos instrumentos previstos nos Planos Diretores Municipais e na Lei dos Mananciais, o quarto instrumento normativo marca a criação de um conjunto de Parque Urbanos.

No ano de 2017, a gestão pública promove a criação de sete Parques Urbanos (Figura 3), representando o início da estruturação de um Sistema de Parques, que totalizou 232,91 hectares de áreas protegidas. Os Parques Urbanos, criados pelo Decreto Municipal no 170/2017, são áreas de domínio público, e dispõem de significativos fragmentos de

vegetação, além de apresentarem características e potenciais.

As finalidades destes Parques, segundo o decreto, são: 1) proteção dos remanescentes da Mata Atlântica e Cerrado com o objetivo de assegurar a manutenção dos processos ecológicos; 2) realização de pesquisa científica e capacitação técnica visando orientar a proteção de remanescentes de vegetação nativa em áreas urbanas e periurbanas e a formação de corredores regionais de biodiversidade; 3) realização de atividades de educação ambiental visando difundir conceitos e estimular a adoção de práticas para a conservação ambiental e o uso sustentável de recursos naturais; e 4) uso público para atividades culturais e educacionais, recreação e lazer.

Para dar continuidade ao processo de planejamento e gestão, foi constituído no mesmo ano, no âmbito da Resolução no 01 do Conselho do Meio Ambiente de São Carlos - COMDEMA - o Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos - GTPU. O GTPU é um coletivo multidisciplinar, que agrega gestão pública, universidades e movimentos sociais, sua abordagem teórico-metodológica tem na Paisagem e no Sistema de Espaços Livres um ponto de fundamental convergência. Seus principais objetivos são construir referências para sistemas de parques, espaços livres e de infraestruturas verdes, com projetos exemplares e instrumentos urbanísticos, que possam contribuir na redução de situações de riscos de eventos extremos, identificados como crescentes ameaças nessa tipologia de cidade.

Partindo do Decreto que criou os sete Parques Urbanos, o GTPU, foi estendendo a proposta para a constituição de um Sistema de Parques e Espaços Livres. A ação articulou os Parques definidos no Decreto a um sistema maior, que reuniu rede hídrica, áreas públicas, reservas periurbanas e mobilidade. A proposta foi discutida em apresentações públicas, com a participação de secretários municipais e diversos agentes (Schenk, Peres, & Fantin, 2018). Este esforço coletivo mobilizou a formalização da proposta do SIPAM, considerado o quinto instrumento normativo que propõe a constituição de três categorias de parques municipais, sendo: Parques Urbanos, Parques Lineares e Parques Potenciais (Figura 4).

FIGURA 1. (ESQ.) Cartografia das APREMs. A mancha verde menor indica a APREM do Monjolinho e a mancha verde maior indica a APREM do Feijão.

Fonte: Elaboração própria.

FIGURA 2. (DIR.) Cartografia das AIAs e FVCs.

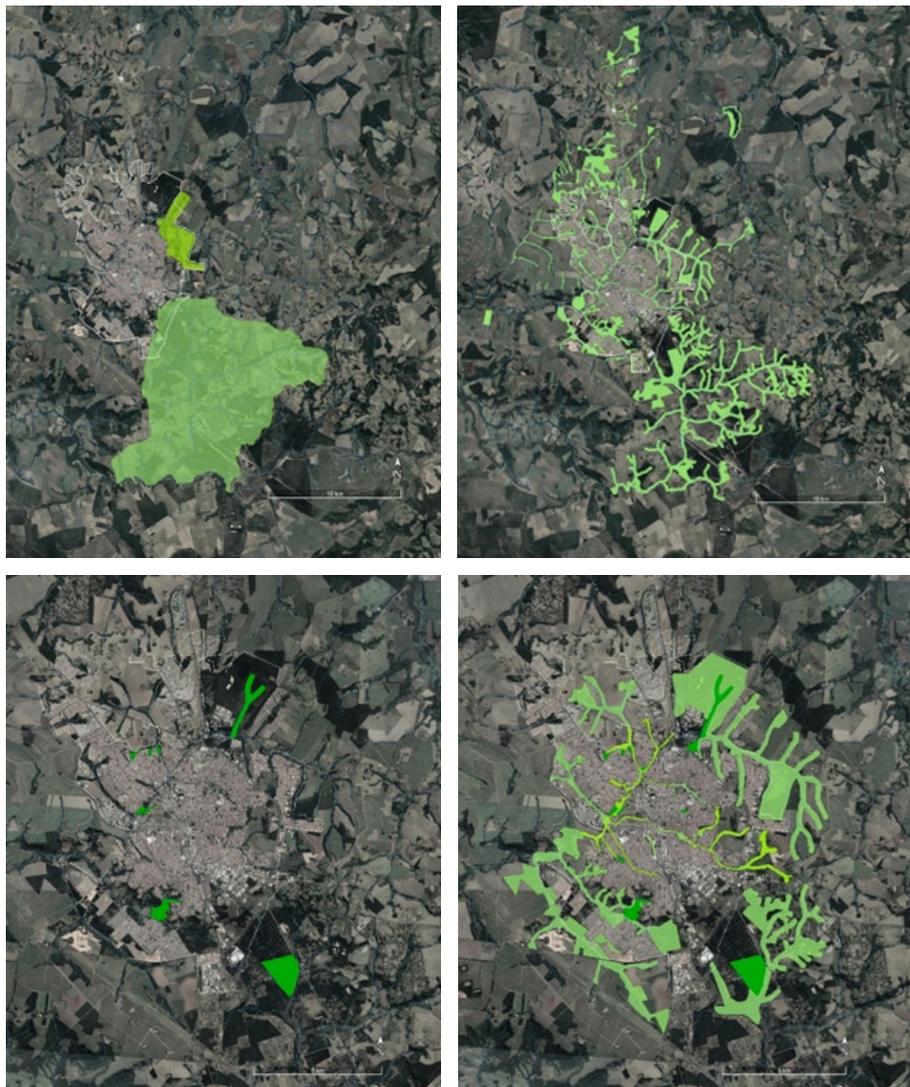
Fonte: Elaboração própria.

FIGURA 3. (ESQ.) Cartografia dos Parques Urbanos. As manchas verdes indicam os Parques Urbanos criados pelo Decreto Municipal no 170/2017.

Fonte: Elaboração própria.

FIGURA 4. (DIR.) Cartografia do SIPAM. Com base nos Parques Urbanos pelo Decreto Municipal no 170/2017, foram somados os Parques Lineares (manchas verdes contíguas aos rios urbanos) e os Parques Potenciais (manchas verdes periurbanas).

Fonte: Elaboração própria.



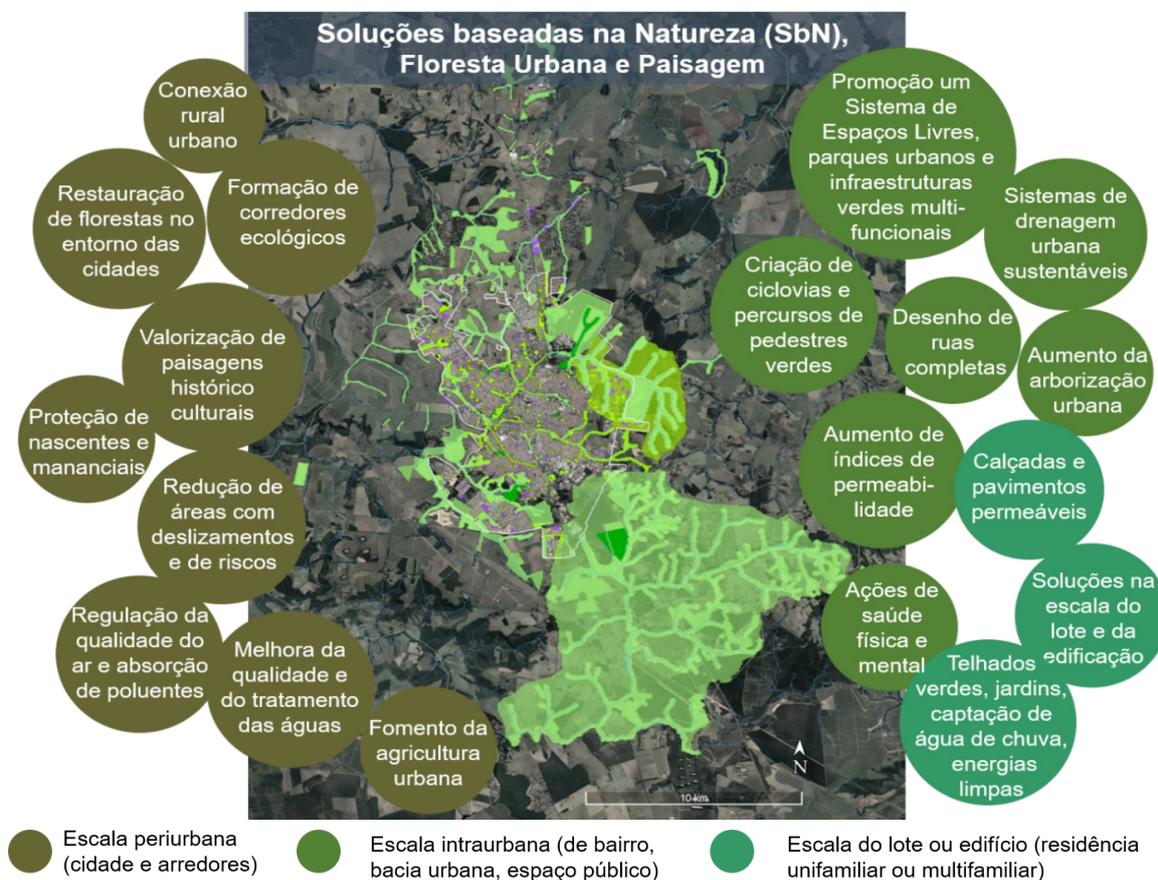
Em 2020, São Carlos recebeu um prêmio internacional, do Programa Tree Cities of the World, promovido pela Arbor Day Foundation e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), devido às boas práticas na gestão da vegetação urbana (Tree Cities of the World, 2020).

Potenciais integrações dos instrumentos de planejamento na promoção da Floresta Urbana e de Soluções baseadas na Natureza

Todas as ações descritas no item anterior representam, no contexto da cidade de São Carlos, avanços crescentes que buscaram constituir um arcabouço normativo de implementação de um Sistema de Espaços Livres, e que pudessem servir de peças estratégicas para a constituição da Floresta Urbana e de Soluções baseadas na Natureza, de forma contínua e permanente na gestão municipal.

O resultado é uma cartografia complexa que pode indicar ações e in-

tervenções, no âmbito das Soluções baseadas na Natureza, e que são potencializadas a partir da promoção de instrumentos de Floresta Urbana (Figura 5).



QUADRO 1. Figura 5: Cartografia complexa, que indica potenciais espaços livres para intervenção, bem como elementos e características essenciais relativas à formação e consolidação de Floresta Urbana no município de São Carlos, considerando os princípios e abordagens das Soluções baseadas na Natureza.

As cores representam as potenciais ações em diferentes escalas no domínio das SbN.

Fonte: Elaboração própria (adaptado de: Projeto de investigação Nature4Cities ao abrigo do programa H2020 da EU, do Guia metodológico sobre SBN para adaptação climática local no País Basco e Herzog & Rozado, 2019).

Com a integração dessa cartografia e instrumentos podem ser canalizadas propostas de diretrizes que buscariam aumentar ainda mais o controle do uso do solo visando a proteção ambiental, a mitigação de enchentes e a promoção de espaços de lazer, atividades educativas e culturais e convívio para as pessoas, potencializando Soluções baseadas na Natureza.

Essa efetividade se liga à produção não apenas de diretrizes, mas de planos e projetos que contemplem o desenho, por exemplo de vias que estruturam os territórios objetos de parcelamento, de forma que o sistema de espaços livres possa ser reconhecido. Essa ação, que procuraria distinguir nas glebas potenciais parques, praças e vias arborizadas, funcionaria assim, como elemento norteador dos futuros empreendimentos, ao mesmo tempo, garantiria espaços para construção de uma estratégia de resiliência para a cidade.

Entretanto, para que se constituam enquanto instrumento de planeja-

mento de ordenamento do território, complementar ao zoneamento, alguns desses instrumentos, como as Áreas de Interesse Ambiental e as Faixas Verdes Complementares devem ainda passar por regulamentação específica, indicando normas especiais de parcelamento e diretrizes quanto ao uso e ocupação do solo.

Floresta Urbana, SbN, Sistema de Espaços Livres e Infraestruturas Verdes em uma bacia hidrográfica urbana de São Carlos

Em novembro de 2020 uma chuva torrencial, com grande volume de água em curto espaço de tempo, provocou uma enchente de grande magnitude na área central da cidade de São Carlos. Os alagamentos não são raros nessa parte do território urbano e a imprensa os repercute desde a década de 30 do século passado. Contudo, esses eventos se tornaram mais comuns e dramáticos com a crescente impermeabilização das várzeas e encostas realizada ao longo dos anos, somados às mudanças climáticas.

O córrego do Gregório que cruza o centro da cidade foi sendo canalizado e esse processo foi acompanhado da supressão de árvores presentes nas ruas vizinhas. O que se pode perceber, em reflexão alicerçada pela literatura (SPIRN, 1985), é que os conflitos presentes foram construídos pelas escolhas do passado.

A relação entre os rios e córregos de uma cidade e sua arborização é uma questão inseparável em territórios urbanos que se pretendem saudáveis e preparados para um futuro de alterações climáticas nos quais eventos como a chuva mencionada tendem a ocorrer com maior frequência. A arborização urbana participa desse ideário de saúde e resiliência, pois além de contribuir para a saúde de sua população, diminuindo a temperatura e melhorando a qualidade do ar, ela tem um papel estratégico em relação à qualidade da água e à qualidade da experiência urbana que se pode vivenciar.

A bacia hidrográfica do Córrego do Simeão (Figura 6), que tributa suas águas no Córrego do Gregório na área central, foi referenciada pela imprensa como a grande causadora da tragédia (sic) de novembro de 2020 (Figura 7).

Buscando oferecer alternativas, a partir de uma perspectiva contemporânea de planejamento e projeto, professores e alunos das Universidades de São Paulo e Federal de São Carlos, se reuniram em um workshop que teve a duração de duas semanas e que também contou com a participação de especialistas voluntários.

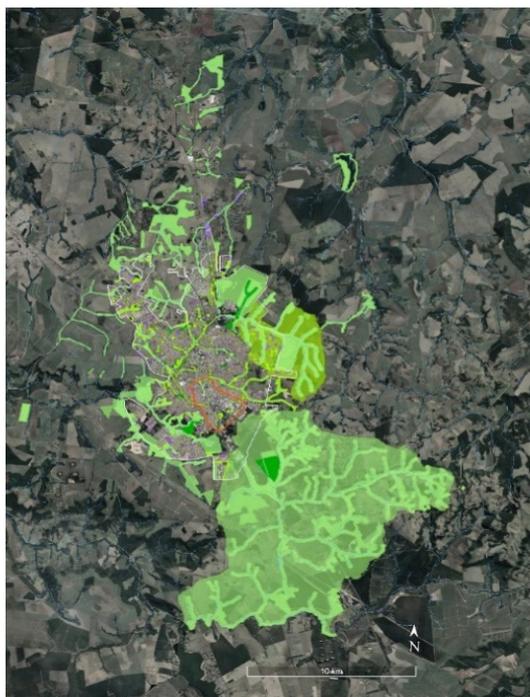


FIGURA 6. Destaque da Bacia Hidrográfica do Córrego do Simeão, área de planejamento e projeto.

Fonte: Elaboração própria.



FIGURA 7. Imagens que ilustram o evento da cheia de novembro de 2020. São Carlos, SP.

Fonte: <https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2020/11/26/chuva-com-granizo-cao-alagamentos-e-arrasta-veiculos-no-centro-de-sao-carlos.ghtml>

A estratégia de planejamento do grupo teve como motor a Paisagem em suas dimensões objetivas e subjetivas, através de leituras de dados e informações, cartografias e trabalho de campo, bem como fotografias e diálogo com líderes comunitários locais. A ação buscou identificar uma rede de espaços qualificados, diminuindo os conflitos causados pelo processo de ocupação humana em relação ao meio ambiente. Tomando como base os princípios da drenagem em bases mais naturalizadas, entre os produtos finais do workshop estavam a indicação de propostas de Infraestruturas Verdes, a identificação da presença de lugares permeáveis, bem como a arborização urbana pensada sistemicamente como Floresta Urbana.

A cultura brasileira em relação à drenagem urbana ainda se apoia sobre pressupostos da engenharia cinza: canalizar, tamponar e levar a água rapidamente de um lugar ao outro (Silva & Porto, 2003). Contudo, planejar e projetar em um contexto como o das cidades brasileiras é, antes de tudo, compreender a necessidade de construir esse caminho de convivência entre técnicas, cinza e verde e ruptura com o preconceito em relação às soluções verdes. A disposição de planejamento da paisagem a partir dos pressupostos contemporâneos aqui explorados procura propor alternativas ao modo como pensamos o desenvolvimento, argumentando por novos pressupostos que estejam alinhados a leis que garantam sua efetividade.

Desse modo, a experiência do workshop mirava a oportunidade de apresentar soluções e lugares exemplares, contribuindo nesse esforço de alteração de uma cultura. A composição de um sistema de espaços livres a partir do recorte da Bacia Hidrográfica é composto de parques, praças, ruas e avenidas arborizadas constituindo uma rede verde em contato e interação com a rede azul configurada pela água em seus diversos registros.

A reunião de professores de diferentes formações criou um espaço interdisciplinar de debate trazendo desafios e riqueza ao processo. O grupo visualizou nessa demanda a oportunidade de inscrever os espaços livres da cidade em uma agenda contemporânea ligada à novas paisagens. Os princípios que nutrem o GTPU que se reúne a esse processo se pautam em valores inaugurados pelo campo disciplinar da Arquitetura da Paisagem e que ganham novo fôlego a partir do desenvolvimento das chaves de pesquisa como as de Floresta Urbana, e prática contemporâneas como as de Infraestrutura Verde e Soluções Baseadas na Natureza.

Uma das estratégias metodológicas desenvolvidas pelo GTPU é a construção de cartografias, inspiradas nos estudos de Ian McHarg (2000), sendo a reunião de diferentes cartografias através de geoprocessamento, o que permite o cruzamento de dados e geração de informações. Essa atualização da metodologia inaugurada na década de

60 do século passado já vem ocorrendo em campos como a ecologia da paisagem.

Um conjunto de cartografias sínteses foram produzidas (como as apresentadas nas Figuras 8 e 9), reunindo informações como hidrografia, relevo, áreas livres públicas de lazer, áreas de proteção ambiental garantidas por Lei, perímetro urbano e áreas livres não qualificadas que foram destinadas a futuros parques pelo decreto Municipal de 2017.

Essas cartografias buscaram construir uma representação que reunissem espaços livres significativos para o estabelecimento de um sistema que pudesse configurar uma rede de Infraestrutura Verde na bacia. Essa ação torna visível potenciais áreas que podem ser incluídas no processo de planejamento. Estrategicamente neste momento procura-se unir os espaços que sejam públicos ou que, mesmo sendo privados, devem permanecer livres, sem ocupação de edificações, por serem protegidas por lei.

O workshop ocorreu durante duas semanas entre janeiro e fevereiro de 2021, com uma terceira semana de pós-produção de imagens, contando com a participação de 15 pessoas entre estudantes e professores. Seu desenvolvimento procurou produzir um processo de reflexão crítica e estratégia metodológica multiescalar a partir do recorte da Bacia Hidrográfica do Córrego do Simeão que permitisse visualizar o percurso entre o planejamento e os projetos, tendo como desafio a constituição de potenciais cenários a partir da realidade do lugar.

O primeiro movimento iniciou-se através de leituras do território que reuniu aportes objetivos como coleta de dados censitários e geoprocessamento para caracterização da área. A bacia contempla além do uso comercial à jusante, usos residenciais e mistos em sua porção média e residências e industriais à montante. Há marcadores de vulnerabilidade social e ambiental por toda a bacia, com a presença de um perfil de baixa escolaridade e renda.

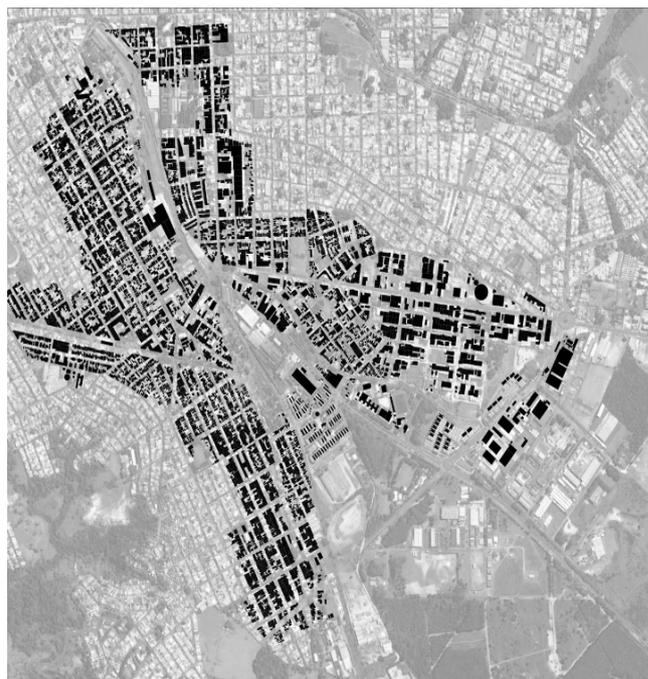
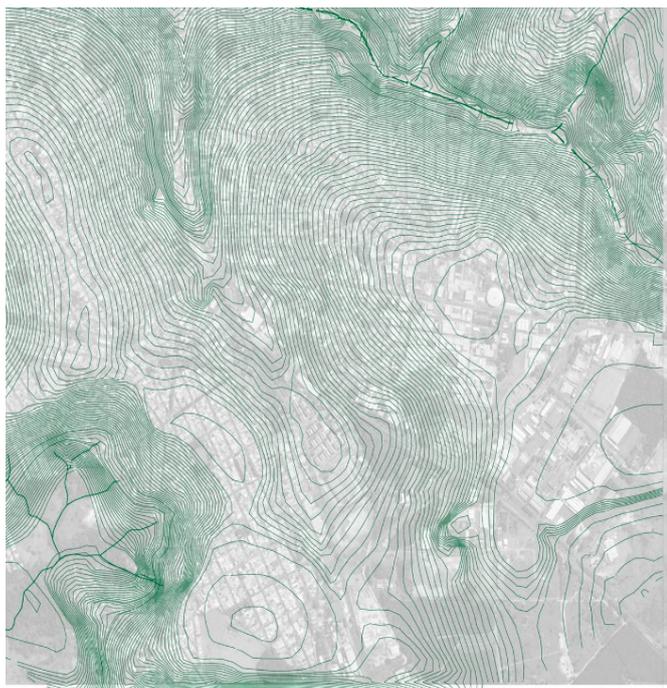


FIGURA 8. Bacia do Córrego do Simeão: curvas de nível.

Fonte: Elaboração própria

FIGURA 9. Bacia do Córrego do Simeão: áreas contruídas e impermeabilizadas.

Fonte: Elaboração própria

A passagem da linha férrea, atualmente apenas para o transporte de cargas, é uma presença marcante, dividindo a bacia em duas porções de terra desiguais. A estrutura de ruas segue o padrão das cidades brasileiras no qual o aspecto final é um mosaico de peças justapostas, uma vez que o processo de parcelamento se realiza a partir da iniciativa privada, muitas vezes comprometendo a continuidade de ruas e fragmentando o tecido urbano.

O segundo movimento se concentrou em conhecer a bacia com maior grau de proximidade. Em condições normais esse momento se denomina palmilhar o território, e parte da ideia de que a frequência do lugar é condição necessária para a apreensão de suas qualidades. Aporte metodológico consolidado em pesquisas de matriz fenomenológica, esse caminhar compõe o processo de construção de inteligibilidade de um território fundamentado no corpo e sua experiência do lugar.

Para contornar a questão da impossibilidade de realização desse caminhar, por estarmos em condições de afastamento social, (COVID-19), escolhem-se duas alternativas: a primeira fazendo uso do recurso remoto, Google Street View, realizada pela maior parte do grupo que não estava na cidade de São Carlos por ocasião do workshop. E uma segunda, preenchendo lacunas e fazendo aquilo que se chamou palmilhar com pés alheios. Nesse momento, guardadas as devidas precauções, os integrantes que foram a campo de fato puderam ter contato com os líderes da comunidade organizada dos bairros que compõe a bacia hidrográfica (Figura 10).

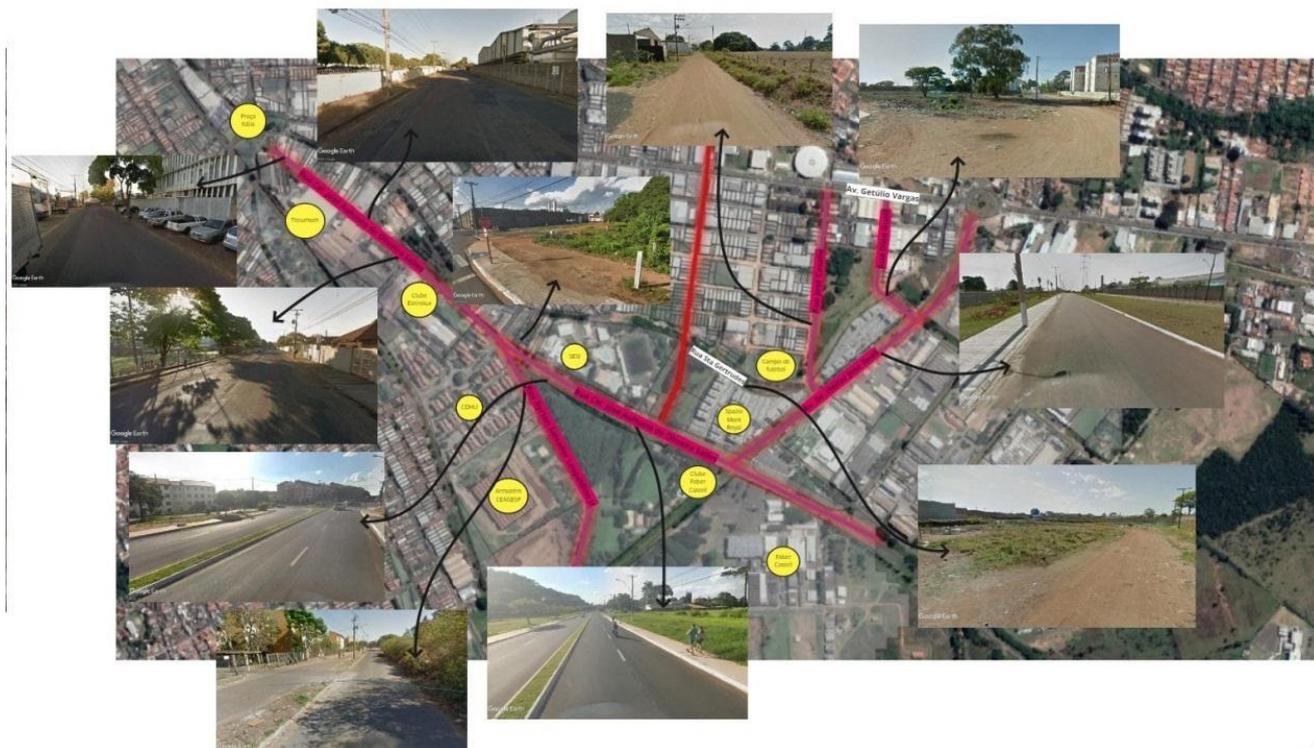


FIGURA 10.

Mapas de leituras realizados durante o Workshop USP Municípios / GTPU.

Fonte: Elaboração própria.

As imagens a seguir mostram os resultados alcançados ao longo das intensas semanas de trabalho.

Um Sistema de Espaços Livres, que reúne ruas arborizadas, praças e parques foi proposto para o território da bacia. A elaboração desse sistema se faz a partir das prerrogativas da Infraestrutura Verde, e é nortado pelo ideário da Floresta Urbana e SbN, mantendo estreito contato com a realidade da cidade de São Carlos. O horizonte é a constituição de novas paisagens para os bairros e moradores da Bacia do Simeão. Vários sistemas de retenção são pensados como peças técnicas que diminuem a velocidade e aumentam a possibilidade de infiltração da água pluvial, ao mesmo tempo, articulam espaços livres de lazer, encontro e fruição para a população da cidade (Figura 11).



FIGURA 11.

Bacia do Simeão, SEL e Infraestruturas Verdes propostas (em verde) e algumas funções exercidas pela natureza (em azul). Imagem produzida no Workshop USP Municípios / GTPU, 2021.

Fonte: Elaboração própria

O Sistema de Espaços Livres e as formas propostas apresentam novas paisagens materializadas como Infraestrutura Verde e pautadas pelo ideário das SbN, são lugares da brincadeira, do jogo, da vida ao ar livre. Uma memória que resgata os meandros dos rios, trapiches de madeira onde se realiza a pesca e o nado, o lugar de encontro com a natureza, fauna e flora bastante ausente das cidades brasileiras. A tradução desse imaginário para os desenhos foi um rico processo, cujo detonador foi justamente a paisagem de ausência e pouco significado encontrada.

O resultado final é uma alternativa que pretende funcionar como contraponto ao modelo de cidade existente. O desenho apresenta um Sistema de Espaços Livres verdejados numa proposta de geração de

territórios mais resilientes e capazes de, através de suas paisagens, compor o imaginário e participar da vida de sua população. A expectativa é que esses desenhos possam participar dos debates acerca das soluções para o problema das enchentes e do futuro do centro da cidade de São Carlos.

A resposta que se ensaia nesse trabalho diz respeito a um repertório presente na maior parte dos brasileiros: a natureza está fora das cidades e, quando a natureza no urbano se manifesta, tem o registro do desastre. Inverter essa lógica de percepção é recriar a congruência, é reconstruir o encontro com a natureza em novas bases: técnica, estética e ética (Calliari, Staccione, & Mysiak, 2019) (Figura 12).



FIGURA 12.

Bacia do Simeão e o Sistema de Espaços Livres proposto. Imagem produzida no Workshop USP Municipais / GTPU, 2021.

Fonte: Elaboração própria

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas alterações de perspectivas relacionadas aos modos de intervenção nas cidades, baseadas em abordagens ecossistêmicas constituídas através de redes de espaços verdes multifuncionais, vem sendo cada vez mais observadas e reivindicadas.

A ideia de ampliar a complexidade dessas soluções contemporaneamente, nos leva a pensar não mais isoladamente, mas sim, nas relações "entre" conceitos, campos disciplinares, soluções, planejamento e projeto. Desse modo, o pensar "entre" estruturou o desenvolvimen-

to desse artigo, que pretendeu, a partir do caso do município de São Carlos, contribuir com o debate sobre as relações entre espaços livres arborizados e permeáveis e que podem ser designados como partes da Floresta Urbana.

Apresentou-se uma experiência do processo de reflexão de um Sistema de Espaços Livres Verdes, para futura implantação de Soluções baseadas na Natureza (SbN), e a existência de lugares de lazer e preservação, sob uma dimensão dos serviços ecossistêmicos, considerados estratégicos na concepção dos espaços urbanos. Tudo isso, articuladas a corpos legais para aumentar a probabilidade de sua efetividade.

Esperávamos assim, que a resposta técnica contemplasse não apenas um registro mais naturalizado, agregando os benefícios dessa opção, mas especialmente que as soluções possam trazer à população uma experiência urbana de maior intensidade social e cultural, tais como pertencimento, referência, identidade e memória, envolvidos em uma ação transversal.

Se, até então, a grande lacuna na maioria das cidades brasileiras tem sido a construção de uma morfologia urbana, configurada em caráter aleatório e fragmentada, prevalecendo decisões calcadas, sobretudo, nos interesses do mercado imobiliário, talvez a articulação e construção de instrumentos normativos e projetos como esses apresentados nesse artigo, possam vislumbrar caminhos para um planejamento mais sistêmico, pautados na noção de interesse público e nas relações mais próximas entre homem e natureza.

REFERÊNCIAS

- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M., & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147-155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>
- Caiche, D. T., & Peres, R. B. (2021). A PRODUÇÃO NORMATIVA SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA NA CIDADE DE SÃO CARLOS (SP). *Revista Brasileira de Arborização Urbana*, 16(1), 51-65. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v16i1.76930>
- Calliari, E., Staccione, A., & Mysiak, J. (2019). Science of the Total Environment An assessment framework for climate-proof nature-based solutions. *Science of the Total Environment*, 656, 691-700. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.341>
- Carrus, G., Scopelliti, M., Laforteza, R., Colangelo, G., Ferrini, F., Salbitano, F., ... Sanesi, G. (2015). Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the well-being of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landscape and Urban Planning*, 134, 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022>
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>

Cormier, N. S., & Pellegrino, P. R. M. (2008). Infra-Estrutura Verde : Uma Estratégia Paisagística Para a Água Urbana Green Infrastructure : a Natural Systems Approach To Stormwater in. *Paisagem E Ambiente: Ensaios*, 25, 127-142.

Donovan, G. H., & Prestemon, J. P. (2012). The effect of trees on crime in Portland, Oregon. *Environment and Behavior*, 44(1), 3-30. <https://doi.org/10.1177/0013916510383238>

Driessnack, M. (2009). Response to Intervention. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 14(3), 73-75. <https://doi.org/10.1598/RT.64.5.10>

Escobedo, F. J., Giannico, V., Jim, C. Y., Sanesi, G., & Laforteza, R. (2019). Urban Forestry & Urban Greening Urban forests , ecosystem services , green infrastructure and nature-based solutions : Nexus or evolving metaphors ? □. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37(March 2018), 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>

Foster, J., Lowe, A., & Winkelman, S. (2011). THE VALUE OF GREEN INFRASTRUCTURE The Center for Clean Air Policy. The Center for Clean Air Policy. New York.

Fraga, R. G. (2020). Soluções baseadas na Natureza : elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras. Universidade de Brasília.

Gilstad-Hayden, K., Wallace, L. R., Carroll-Scott, A., Meyer, S. R., Barbo, S., Murphy-Dunning, C., & Ickovics, J. R. (2015). Research note: Greater tree canopy cover is associated with lower rates of both violent and property crime in New Haven, CT. *Landscape and Urban Planning*, 143, 248-253. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.08.005>

Herzog, C., & Rozado, C. A. (2019). Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza. Bruxelas. <https://doi.org/10.2777/698847>

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil : uma primeira aproximação. Coordenação de Geografia. Retrieved from <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf> http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/espacos_rurais_e_urbanos/default.shtm

Instituto Polis. (2021). E REVISÃO. Brasília.

Kaplan, R. (1993). The role of nature in the context of the workplace. *Landscape and Urban Planning*, 26(1-4), 193-201. [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(93\)90016-7](https://doi.org/10.1016/0169-2046(93)90016-7)

Laforteza, R., & Sanesi, G. (2020). Nature-based solutions : Settling the issue of sustainable urbanization. *Environmental Research*, 172(December 2018), 394-398. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.063>

Lima, M. C. P. B. de, & Schenk, L. B. M. (2018). ESTUDO DE INFRAESTRUTURA VERDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MONJOLINHO, SÃO CARLOS, SP. *Revista LABVERDE*, 9(1), 50. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v9i1p50-72>

Liu, Q., Zhang, Y., Lin, Y., You, D., Zhang, W., Huang, Q., ... Lan, S. (2018). The relationship between self-rated naturalness of university green space and students' restoration and health. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34(June), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.008>

Macedo, S. S., Queiroga, E. F., Galender, F. C., & Degreas, H. (2012). Os Sistema de Espaços Livres na Constituição da Forma Urbana Contemporanea no Brasil. *Paisagem Ambiente: Ensaios*, (30), 137-172.

Macedo, L. S. V. de, Picavet, M. E. B., Oliveira, A. P. de, & Shih, W. (2021). Urban green and blue infrastructure : A critical analysis of research on developing countries, 313(June). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127898>

Magnoli, M. M. (2006). O parque no desenho urbano parks and urban design. *Paisagem Ambiente: Ensaios*, 21, 199-214.

Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2015). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>

Peres, R. B. (2012). O Planejamento Regional e Urbano e a Questão Ambiental: Análise da relação entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara e São Carlos, SP. Universidade Federal de São Carlos.

Peres, R. B., Bongiovanni, L., & Schenk, M. (2021). Planejamento da paisagem e mudanças climáticas : uma abordagem multidisciplinar em São Carlos (SP), 24.

Peres, R. B., Silva, S. R. M., & Schenk, L. B. M. (2019). Paisagem urbana, espaços públicos e a gestão territorial em cidades médias paulistas: reflexões a partir de São Carlos, SP, Brasil. *Terr@Plural*, 13(3), 141-164. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.13i3.0011>

Rhodes, J. R., Ng, C. F., de Villiers, D. L., Preece, H. J., McAlpine, C. A., & Possingham, H. P. (2011). Using integrated population modelling to quantify the implications of multiple threatening processes for a rapidly declining population. *Biological Conservation*, 144(3), 1081-1088. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.027>

Santos, Maria Fernanda Nóbrega Enokibara, M. (2021). INFRAESTRUTURA VERDE : CONCEITOS , TIPOLOGIAS E TERMINOLOGIA NO BRASIL. *Paisagem Ambiente Ensaios*, 32(47), 1-15.

Schenk, L. B. M., Peres, R., & Fantin, M. (2018). Sistema de espaços livres e sua relação com os agentes públicos e privados na produção da forma urbana de São Carlos. In *Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras*. FAU/USP. Retrieved from https://www.dropbox.com/s/7kkcd5gc4a92uy2/LIVRO 3 - Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras_20-07.pdf?dl=0 PP - São Paulo

Schutzer, J. G. (2014, June). INFRAESTRUTURA VERDE NO CONTEXTO DA INFRAESTRUTURA AMBIENTAL URBANA E DA GESTÃO DO MEIO AMBIENTE. *Revista LabVerde*, 13-30.

Sposito, E. S. Mercado de trabalho no Brasil e no Estado de São Paulo (0226). In: SPOSITO, Eliseu S.; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; SOBARZO, Oscar. (Orgs.) *Cidades médias: produção do espaço urbano e regional*. São Paulo: Expressão Popular. 29-46.

Silva, R. T., & Porto, M. F. do A. (2003). Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. *Estudos Avançados*, 17(47), 129-145.

Townsend, J. B., & Barton, S. (2018). The impact of ancient tree form on modern landscape preferences. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34(February), 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.004>

Trevisan, D. P., Moschini, L. E., & Balzter, H. (2018). *Revista Brasileira de Geografia Física*. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 5(11), 1819-1831.

- Troy, A., Morgan Grove, J., & O'Neil-Dunne, J. (2012). The relationship between tree canopy and crime rates across an urban-rural gradient in the greater Baltimore region. *Landscape and Urban Planning*, 106(3), 262-270. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.03.010>
- van Dillen, S. M. E., de Vries, S., Groenewegen, P. P., & Spreeuwenberg, P. (2012). Greenspace in urban neighbourhoods and residents' health: Adding quality to quantity. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 66(6), 1-5. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.104695>
- Viana, S. M. (2013). Percepção e quantificação das árvores na área urbana do município de São Carlos, SP. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz."
- Wolfe, M. K., & Mennis, J. (2012). Does vegetation encourage or suppress urban crime? Evidence from Philadelphia, PA. *Landscape and Urban Planning*, 108(2-4), 112-122. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.08.006>
- Zhao, J., Chen, S., Jiang, B., Ren, Y., Wang, H., Vause, J., & Yu, H. (2013). Science of the Total Environment Temporal trend of green space coverage in China and its relationship with urbanization over the last two decades. *Science of the Total Environment*, The, 442, 455-465. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.014>
- Solutions to address global societal challenges. Gland, Switzerland: IUCN. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
- Cormier, N. S., & Pellegrino, P. R. M. (2008). Infra-Estrutura Verde : Uma Estratégia Paisagística Para a Água Urbana Green Infrastructure : a Natural Systems Approach To Stormwater in. *Paisagem E Ambiente: Ensaios*, 25, 127-142.
- Escobedo, F. J., Giannico, V., Jim, C. Y., Sanesi, G., & Laforteza, R. (2019). Urban Forestry & Urban Greening Urban forests, ecosystem services, green infrastructure and nature-based solutions: Nexus or evolving metaphors?. *Urban Forestry & Urban Greening*, 37(March 2018), 3-12. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.02.011>
- Fraga, R. G. (2020). Soluções baseadas na Natureza : elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras. Universidade de Brasília.
- Gilstad-Hayden, K., Wallace, L. R., Carroll-Scott, A., Meyer, S. R., Barbo, S., Murphy-Dunning, C., & Ickovics, J. R. (2015). Research note: Greater tree canopy cover is associated with lower rates of both violent and property crime in New Haven, CT. *Landscape and Urban Planning*, 143, 248-253. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.08.005>
- Herzog, C., & Rozado, C. A. (2019). Diálogo Setorial UE-Brasil sobre soluções baseadas na natureza. Bruxelas. <https://doi.org/10.2777/698847>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil : uma primeira aproximação. Coordenação de Geografia. Retrieved from <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100643.pdf>http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/espacos_rurais_e_urbanos/default.shtm
- IPCC. (2020). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. (I. P. on C. Change, Ed.). Retrieved from <https://www.ipcc.ch/srccl>
- Laforteza, R., & Sanesi, G. (2020). Nature-based solutions : Settling the issue of

sustainable urbanization. *Environmental Research*, 172(December 2018), 394-398. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.063>

Lima, M. C. P. B. de, & Schenk, L. B. M. (2018). ESTUDO DE INFRAESTRUTURA VERDE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MONJOLINHO, SÃO CARLOS, SP. *Revista LABVERDE*, 9(1), 50. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v9i1p50-72>

Liu, Q., Zhang, Y., Lin, Y., You, D., Zhang, W., Huang, Q., ... Lan, S. (2018). The relationship between self-rated naturalness of university green space and students' restoration and health. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34(June), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.07.008>

Macedo, S. S., Queiroga, E. F., Galender, F. C., & Degreas, H. (2012). Os Sistema de Espaços Livres na Constituição da Forma Urbana Contemporanea no Brasil. *Paisagem Ambiente: Ensaio*, (30), 137-172.

Macedo, L. S. V. de, Picavet, M. E. B., Oliveira, A. P. de, & Shih, W. (2021). Urban green and blue infrastructure : A critical analysis of research on developing countries, 313(June). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127898>

Magnoli, M. M. (2006). O parque no desenho urbano parks and urban design. *Paisagem Ambiente: Ensaio*, 21, 199-214.

Mcharg, I. (2020). *Proyectar con la naturaleza*. Traduzido da edição de 1992. Barcelona: G. Gili.

Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2015). A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>

Peres, R. B. (2012). O Planejamento Regional e Urbano e a Questão Ambiental: Análise da relação entre o Plano de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré e os Planos Diretores Municipais de Araraquara e São Carlos, SP. Universidade Federal de São Carlos.

Peres, R. B., Bongiovanni, L., & Schenk, M. (2021). Planejamento da paisagem e mudanças climáticas : uma abordagem multidisciplinar em São Carlos (SP), 24.

Peres, R. B., Silva, S. R. M., & Schenk, L. B. M. (2019). Paisagem urbana, espaços públicos e a gestão territorial em cidades médias paulistas: reflexões a partir de São Carlos, SP, Brasil. *Terr@Plural*, 13(3), 141-164. <https://doi.org/10.5212/TerraPlural.v.13i3.0011>

Santos, Maria Fernanda Nóbrega dos Enokibara, S. M. (2021). INFRAESTRUTURA VERDE : CONCEITOS , TIPOLOGIAS E TERMINOLOGIA NO BRASIL Maria Fernanda Nóbrega dos Santos. *Paisagem Ambiente Ensaio*, 32(47), 1-15.

Schenk, L. B. M., Peres, R., & Fantin, M. (2018). Sistema de espaços livres e sua relação com os agentes públicos e privados na produção da forma urbana de São Carlos. In *Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras*. FAU/USP. Retrieved from https://www.dropbox.com/s/7kkcd5gc4a92uy2/LIVRO 3 - Quadro geral da forma e do sistema de espaços livres das cidades brasileiras_20-07.pdf?dl=0 PP - São Paulo

Spirn, A. W. (1995). *O Jardim de Granito*. São Paulo: Edusp.

Townsend, J. B., & Barton, S. (2018). The impact of ancient tree form on modern landscape preferences. *Urban Forestry and Urban Greening*, 34(February), 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.06.004>

TREE CITIES OF THE WORLD (20121). Disponível em: <https://treecitiesoftheworld>.

org/tree-cities.cfm?chosen=BRA. Acessado em 07. Ago. 2021

Trevisan, D. P., Moschini, L. E., & Balzter, H. (2018). Revista Brasileira de Geografia Física. Revista Brasileira de Geografia Física, 5(11), 1819-1831.

Viana, S. M. (2013). Percepção e quantificação das árvores na área urbana do município de São Carlos , SP. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz."

Zhao, J., Chen, S., Jiang, B., Ren, Y., Wang, H., Vause, J., & Yu, H. (2013). Science of the Total Environment Temporal trend of green space coverage in China and its relationship with urbanization over the last two decades. Science of the Total Environment, The, 442, 455-465. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.014>

AGRADECIMENTOS

Os(as) autores(as) agradecem a todos os integrantes e colaboradores do Grupo de Trabalho de Planejamento dos Parques Urbanos de São Carlos (GTPU).

Daniel Tonelli Caiche

Doutorado em Ciências Ambientais (Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos, 2020), Servidor público da Secretaria Municipal de Ciência, Tecnologia, Inovação e Meio Ambiente de São Carlos. dtcaiche@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6503-3853>

Renata Bovo Peres

Doutorado em Engenharia Urbana (Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, 2012), Professora associada do Departamento de Ciência Ambientais da Universidade Federal de São Carlos. renataperes@ufscar.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5455-6667>

Luciana Bongiovanni Martins Schenk

Luciana Bongiovanni Martins Schenk, Doutorado em Arquitetura e Urbanismo (Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008), Professora Doutora do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, campus São Carlos. lucianas@sc.usp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7944-7782>

Recebido em: 09/08/2021.

Aceito em: 04/12/2021.

VALORAÇÃO MONETÁRIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA BASEADA NA MAGNITUDE DA COPA EM PIRACICABA/SP/BRASIL

Flávio Henrique Mendes

Hugo Romero

Antônio Manuel Saraiva Lopes

Maria de Assunção Ribeiro Franco

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

RESUMO

A arborização urbana proporciona importantes serviços ecossistêmicos, porém, cada vez mais ela compete pelo espaço com grandes superfícies cinzentas, o que a pode tornar um elemento secundário no planejamento das cidades. A valoração monetária das árvores urbanas aparece, então, como mais uma alternativa capaz de mostrar a relevância desses seres vivos. Existem diversos métodos que realizam este cálculo, entretanto, são complexos e não estão ao alcance da população, que almeja melhores condições climáticas. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um método simplificado de valoração baseado na relação entre a área da copa, o Índice de Área Foliar (IAF) e um parâmetro médio R\$/m² de copa encontrado na literatura, ou seja, na magnitude da copa, uma vez que a maior parte dos serviços ecossistêmicos provém dela. O IAF pode ser estimado por meio de lentes olho de peixe a um preço razoável (menos que R\$ 25,00), enquanto que a área de copa medida in loco (ou calibrada no passo). O presente estudo foi realizado em Piracicaba/SP/Brasil, na qual as 60.146 árvores urbanas podem retornar aproximadamente R\$ 41 milhões (USD 8,2 milhões) por ano em serviços ecossistêmicos. Investigações como esta, as chamadas Soluções baseadas na Natureza (SbN), poderão auxiliar no planejamento, gestão e formulação de políticas públicas, e até como pagamento por serviços ambientais (descontos em IPTU) aos moradores que possuam árvores em frente à sua casa.

Palavras-chave

Índice de Área Foliar; Resiliência Urbana; Serviços Ecossistêmicos; Infraestrutura Verde; Soluções Baseadas na Natureza.



VALORACIÓN MONETARIA DEL ARBOLADO URBANO SOBRE LA BASE DE LA MAGNITUD DE LA COPA EN PIRACICABA/SP/BRASIL

Flávio Henrique Mendes

Hugo Romero

Antônio Manuel Saraiva Lopes

Maria de Assunção Ribeiro Franco

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

RESUMEN

El arbolado urbano proporciona importantes servicios ecosistémicos, sin embargo, compite cada vez más por el espacio con grandes superficies grises, lo que puede convertirlo en un elemento secundario en la planificación urbana. La valoración monetaria de los árboles urbanos aparece, entonces, como otra alternativa capaz de mostrar la relevancia de estos seres vivos. Existen varios métodos que realizan este cálculo, pero son complejos y no están al alcance de la población, que busca mejores condiciones climáticas. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un método de valoración simplificado basado en la relación entre el área de copa, el Índice de Área Foliar (IAF) y un parámetro promedio de BRL/m² de copa encontrado en la literatura, o sea, en la magnitud de la copa, ya que la mayoría de los servicios ecosistémicos provienen de ella. El IAF se puede estimar usando lentes de ojo de pez a un precio razonable (menos de BRL 25,00), mientras que el área del dosel se mide in loco (o calibrado en paso). El presente estudio se realizó en Piracicaba/SP/Brasil, en el que los 60.146 árboles urbanos pueden devolver aproximadamente BRL 41 millones (USD 8,2 millones) por año en servicios ecosistémicos. Estimaciones como esta, llamadas Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN), pueden ayudar en la planificación, gestión y formulación de políticas públicas, e incluso como pago por servicios ambientales (descuentos en el Impuesto Predial e Territorial Urbano) a los residentes que tienen árboles frente a su casa.

Palabras clave:

Índice de área foliar; Resiliencia urbana; Servicios ecosistémicos; infraestructura verde; Soluciones basadas en la Naturaleza.



MONETARY VALUATION OF URBAN FORESTRY BASED ON THE MAGNITUDE OF THE CROWN IN PIRACICABA/SP/BRAZIL

Flávio Henrique Mendes
Hugo Romero
Antônio Manuel Saraiva Lopes
Maria de Assunção Ribeiro Franco
Demóstenes Ferreira da Silva Filho

ABSTRACT

Urban forestry provides important ecosystem services, however, it increasingly competes for space with large gray surfaces, which can make it a secondary element in the city planning. The monetary valuation of urban trees appears, then, as one more alternative capable of showing the relevance of these living beings. There are several methods that perform this calculation, however, they are complex and are not within reach of the population, which aims for better weather conditions. The objective of this research was to develop a simplified method of valuation based on the relationship between the area of the crown, the Leaf Area Index (LAI) and an average parameter BRL/m² of crown found in the literature, that is, on the magnitude of the crown, since most ecosystem services come from it. The LAI can be estimated using fisheye lenses at a reasonable price (less than BRL 25.00), while the canopy area can be measured in loco (or ground truth calibration). The present study was carried out in Piracicaba/SP/Brazil, in which the 60,146 urban trees can return approximately BRL 41 million (USD 8.2 million) per year in ecosystem services. Investigations like this, the so-called Nature-based Solutions (NbS), may assist in urban planning, management and formulation of public policies, and even as payment for environmental services (Urban Property and Land Tax discounts) to residents who have trees in front of their house.

Keywords

Leaf Area Index; Urban Resilience; Ecosystem Services; Green Infrastructure; Nature-Based Solutions.



INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos (também conhecidos como serviços ambientais) correspondem aos benefícios da natureza obtidos pela sociedade, de modo direto ou indireto, visando a sustentabilidade da vida no planeta e o combate às Mudanças Climáticas. Floresta Urbana, Serviços Ecossistêmicos (desde 2006), Infraestrutura Verde (desde 2007) e Soluções baseadas na Natureza (desde 2015) são alguns dos termos utilizados nas pesquisas científicas sobre esta temática. Embora utilizados muitas vezes como sinônimos, são conceitos distintos, que derivam da Floresta Urbana.

A Infraestrutura Verde remete ao padrão espacial e conectividade da vegetação urbana com o ambiente natural, os Serviços Ecossistêmicos diz respeito às funções naturais em que se beneficiam natureza e humanos, e as Soluções baseadas na Natureza, por sua vez, às aplicações para resolver problemas ambientais urbanos e desafios sociais, políticos e ecológicos (ESCOBEDO et al., 2019). Serviços ecossistêmicos e Soluções baseadas na Natureza, inclusive, são os termos utilizados no relatórios mais recentes da World Wildlife Fund (WWF, 2020).

A vegetação urbana é responsável pela regulação dos ciclos climáticos, hidrológicos e da biodiversidade nas cidades, além de oferecer tranquilidade, espaços públicos e locais de lazer que elevam os padrões de vida, aumentam o conforto e contribuem para a coesão social dos habitantes. A existência de bairros vulneráveis e sem vegetação suficiente pode ser um sinal de injustiça ambiental em muitas cidades latino-americanas (MENDES; ROMERO; SILVA FILHO, 2020; ROMERO; MENDES, 2021).

É desejável que as áreas verdes no interior das cidades e seus serviços ecossistêmicos sejam distribuídos de forma que favoreçam também os setores mais vulneráveis, e não como ocorrem atualmente, concentrando-se em áreas ricas, na qual bens e serviços são “comodificados” pelo poder público, visando a especulação imobiliária (ROMERO; MENDES, 2020).

No ambiente urbano, por exemplo, a cidade de Vancouver, no Canadá, conseguiu se tornar a mais sustentável do mundo, com expressivos investimentos em áreas verdes e arborização urbana, por meio de uma política pública adotada em julho de 2011, denominada Greenest City 2020 Action Plan (GCAP), a qual aproximou a acessibilidade de quase todos os seus habitantes à alguma área verde em menos de 10 minutos a pé, sendo o grande destaque o Stanley Park, o maior parque urbano do país, com aproximadamente 400 ha de tamanho, superando em mais de seis vezes o Central Park dos EUA (CITY OF VANCOUVER, 2012; AFFOLDERBACH; SCHULZ, 2017).

No Brasil, um dos maiores exemplos nessa questão é a cidade de Maringá, no estado do Paraná, a qual possui entre duas a três árvores urbanas por habitante (MENDES, 2021), mais do que o dobro sugerido pela Sociedade Brasileira da Arborização Urbana (SBAU, 1996), de no mínimo uma árvore para cada cinco habitantes, ou seja, o equivalente a 15 m² de cobertura arbórea por habitante. Aqui cabe uma ressalva: há artigos científicos que utilizam a Organização das Nações Unidas (ONU) como referência, preconizando 12 m²/hab., porém, nenhum deles aponta onde encontrar esse valor, convergindo a uma bola de neve (citações e apud's equivocados), o que torna essa referência obscura, conforme discutido por Macedo (1995).

Em termos qualitativos, Mendes (2021) criou quatro faixas para auxiliar as prefeituras quanto aos primeiros passos na gestão da arborização urbana, sendo elas Muito Crítico, Crítico, Parcialmente Satisfatório e Muito Satisfatório, a depender da quantidade de árvores a cada 1000 habitantes. Em complementação, Oliveira e Gandara (2021) romperam o paradigma da correlação linear entre vegetação e renda, encontrando uma relação semelhante a uma parábola com concavidade para cima, ou seja, as classes baixa e alta são as que apresentam maior permeabilidade do solo em suas propriedades, ao passo que a classe média costuma cimentar a maior parte de suas áreas, mas há uma diferença marcante entre as classes baixa e alta: na primeira há o predomínio de plantas medicinais, alimentícias e árvores frutíferas, enquanto que a segunda a função principal é ornamental e paisagística.

Tendo em vista a necessidade de aproximar a teoria da prática, isto é, a quantificação dos benefícios ecossistêmicos, na década de 1960 começaram a surgir os primeiros modelos matemáticos para valoração da arborização urbana (SILVA FILHO; TOSETTI, 2010). Os diversos modelos existentes levam em consideração vários fatores, tais como características dendrométricas (altura, diâmetro à altura do peito - DAP, área da copa, área foliar), diversidade de espécies (abundância, frequência), condição fitossanitária (ruim, regular, boa), condições ambientais (remoção da poluição do ar, sequestro de carbono, efeitos de energia de construção) e valores de propriedade (cultural, histórico, sentimental), sendo os métodos mais comuns os de valoração hedônica (baseiam-se na valorização do imóvel), contingente (baseiam-se na disposição em pagamentos e recebimentos) e fórmula (baseiam-se nos custos de implantação e manutenção) (VIANA et al., 2012).

Em 2006, foi desenvolvido pelo USDA Forest Service o i-Tree, um pacote (suite) gratuito de ferramentas para análise e gestão da arborização urbana e rural, baseado no modelo Urban Forest Effects (UFORE), quantificando os serviços ecossistêmicos proporcionados pelas árvores, sendo os pacotes i-Tree Streets e i-Tree ECO os mais recomendados, respectivamente, para a arborização viária e a flores-

ta urbana (I-TREE, 2020), cujos cálculos podem ser verificados em Nowak et al. (2008). Os próprios autores apresentam como vantagens as medições in loco e a revisão dos dados por pares, o que traz maior fidelidade aos resultados da simulação, mas também discutem que as dificuldades na obtenção das variáveis em campo e o valor estrutural (diferentes custos municipais no manejo e estimativa do custo da terra) podem representar uma limitação, a qual tenta ser ajustada pelo algoritmo do modelo.

Utilizando esta metodologia do i-Tree, em Hutto/Texas (EUA), cidade situada a 200 m acima do nível do mar, clima Cfa (quente e temperado), segundo a classificação proposta por Köppen-Geiger, com quase 1000 mm de pluviosidade anual, Hilde e Paterson (2014) verificaram que os principais benefícios ecossistêmicos foram o aumento no valor da propriedade / estética (47%), a interceptação da água da chuva (34%) e a economia de energia elétrica (14%), totalizando USD 635 mil (BRL 3,2 milhões) / ano com um inventário amostral de 5% das árvores de arruamento. Considerando a estimativa de 129.300 árvores, resulta num benefício líquido (descontando os custos de manutenção) anual aproximado de USD 100 (BRL 500) por árvore.

Na mesma linha, Wang et al. (2018), em Dalian (China), cidade ao nível do mar, de clima Cwa (subtropical, com 650 mm de pluviosidade anual), encontraram economia de energia e aumento no valor da propriedade como os principais serviços, numa relação custo-benefício de 1:3,2, gerando um benefício líquido anual estimado em USD 59 (BRL 295) por árvore, os quais variaram entre USD 44 (BRL 220) (árvore de pequeno porte) e USD 140 (BRL 700) (grande porte), parecido com os valores discutidos por McPherson, van Doorn e Goede (2016) para o estado da Califórnia (EUA), com um retorno de 1:5,8, ou seja, aproximadamente USD 92 (BRL 460) por árvore.

Em Londres (UK), os serviços ecossistêmicos de cada árvore foram estimados em GBP 16 (BRL 112) por ano (ROGERS et al., 2015), ao passo que, em Lisboa (Portugal), USD 159 (BRL 795) por árvore por ano (SOARES et al., 2011) e, no Brasil, R\$ 580,00 por árvore por ano (MENDES; OLIVEIRA, 2019). Considerando um período de 40 anos, McPherson et al. (2010) encontraram diferentes benefícios líquidos anuais, a depender do porte da árvore: entre USD 29 e 41 (BRL 145 a 205) para pequeno porte, USD 42 a 60 (BRL 210 a 300) para médio porte, USD 101 a 122 (BRL 505 a 610) para grande porte, e USD 142 a 146 (BRL 710 a 730) para coníferas, o que gera um valor médio de USD 85 (BRL 425) por árvore por ano. Neste artigo, essas sete referências científicas foram utilizadas para estimar o valor econômico por m² de copa. No entanto, apesar do i-Tree ser utilizado frequentemente em pesquisas em diversos locais do mundo (MCPHERSON et al., 2010; SOARES et al., 2011; HILDE; PATERSON, 2014; ROGERS et al., 2015;

MCPHERSON; VAN DOORN; GOEDE, 2016; WANG et al., 2018), ele foi calibrado inicialmente para árvores de clima temperado, como EUA e Europa, necessitando, assim, de novos inputs para árvores tropicais, representando, dessa forma, uma lacuna a ser explorada.

Considerando que a protagonista desta narrativa dos serviços ecossistêmicos é a própria sociedade, a qual não dispõe de recursos avançados para uma simulação computacional na ótima ferramenta que é o i-Tree, o objetivo desta pesquisa foi desenvolver um modelo simplificado de valoração monetária baseado na magnitude da copa, a fim de possibilitar as pessoas leigas a estimarem o valor das árvores que as cercam, percebendo a importância da arborização urbana na criação de cidades mais resilientes, e, ademais, auxiliar os gestores ambientais na elaboração de políticas públicas, para que os critérios de remoção, plantio e incentivo não sejam subjetivos. Por fim, aplicou-se o método em um estudo de caso numa cidade de clima tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em Piracicaba/SP/Brasil, cidade a qual se encontra a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Situa-se nas coordenadas geográficas 22° 42' S e 47° 38' W, na transição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado (nas cotas mais elevadas), composta predominantemente pela floresta estacional semidecidual no domínio da Depressão Periférica Paulista, com árvores perenifólias e decíduas (RODRIGUES, 1999), cujo clima, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é Cfa com transição para o Cwa, definido como subtropical, com invernos frios e secos, e verões quentes e chuvosos, temperatura média anual de 22°C, 546 m de altitude em relação ao nível do mar e precipitação média de 1300 mm por ano (ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE, 2021).

Mendes (2021) propôs um método que estima a quantidade de árvores urbanas baseado na população do município. Em outras palavras, uma árvore a cada seis habitantes, em média. Piracicaba, com população estimada em 364.571 habitantes (Censo 2010), possui 60.146 árvores no sistema viário (ROLLO, 2014), sendo que as sete mais abundantes correspondem a aproximadamente metade da arborização urbana. São elas, em ordem decrescente: *Murraya paniculata* (L.) Jack (falsa-murta), *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (oiti), *Cenostigma pluviosum* (DC.) L.P. Queiroz (sibipiruna), *Lagerstroemia indica* L. (resedá), *Schinus molle* L. (falso-chorão ou aroeira-salsa), *Magnolia champaca* (L.) Baill. ex Pierre (magnólia) e *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos (ipê-amarelo).

Encomendado pela Prefeitura Municipal de Piracicaba (2020) a um valor estimado de R\$ 196.286,67 (Edital: 0085/2019, N° Processo:

57.817/2019, com valor fechado em R\$ 66.500,00), foi realizado um estudo atualizado, o qual estimou 96.448 árvores no sistema viário (530.094 no perímetro urbano); todavia, como não foram identificadas as espécies, esta pesquisa adotará os dados do inventário amostral de Rollo (2014), a qual amostrou 9,6% dos quarteirões existentes no município.

O método de valoração aqui proposto baseou-se majoritariamente na magnitude da copa, uma vez que a maior parte dos serviços ecossistêmicos na área urbana são provenientes dela (SILVA; PIMENTEL, 2019). Fez-se uma interação de três variáveis: (i) área da copa, em m²; (ii) índice de área foliar (IAF, ou Leaf Area Index - LAI, em inglês), número adimensional e (iii) parâmetro R\$/m² de copa. Para a obtenção de cada variável, tem-se:

(i) Estimada utilizando uma trena ou a calibração dos passos, calculado pela fórmula matemática: $A = \pi \cdot r^2$, onde A = área, $\pi = 3,1416$ e r = raio; se a copa da árvore for ovalada, basta aplicar a fórmula da elipse: $A = \pi \cdot R \cdot r$, onde R = raio maior e r = raio menor;

(ii) Correspondente à razão entre a área foliar do dossel e sua respectiva projeção sobre o solo (WATSON, 1947). Conceitualmente, difere-se entre LAI efetivo e LAI verdadeiro, sendo que o efetivo pode ser aproximadamente 50% menor que o verdadeiro. Isso ocorre devido à aglutinação das folhas, ou seja, a distribuição espacial das folhas na copa acontece de modo aleatório. Cada um tem a sua aplicação: enquanto o LAI verdadeiro representa melhor as atividades fotossintéticas, como taxa de fotossíntese e evapotranspiração, o LAI efetivo é mais voltado às análises de interceptação da radiação e regime radiativo dentro e abaixo da copa (SHINZATO et al., 2015). Neste modelo, portanto, adotou-se o valor do LAI verdadeiro, multiplicando o valor estimado do LAI efetivo por 1,5. Foi considerado o conceito do Gap Fraction (arranjo geométrico das aberturas das folhas na copa - ou porcentagem de céu aberto) como método não destrutivo indireto para estimativa do LAI efetivo, evitando-se imagens com muitos troncos e galhos para não sobrestimar os valores (NORMAN; CAMPBELL, 1989), por meio de fotografias hemisféricas tiradas com lentes do tipo olho de peixe (fisheye) acopladas a um smartphone (no caso, Motorola 2ª Geração - Android 6.0) e posterior processamento com o programa gratuito Gap Light Analyzer (GLA) versão 2.0 (FRAZER et al., 1999). O processamento GLA (Figura 1) consiste em, basicamente, cinco etapas, respectivamente: primeiro, carregar a imagem .bmp ou .jpg; segundo, registrar a imagem com a área circular de interesse; terceiro, ajustar as configurações (ou adotar padrão); quarto, classificação da imagem por meio da função Threshold..., convertendo os pixels em um arquivo binário (preto e branco), onde o preto indica copa e o branco indica céu aberto; quinto, calcular os resultados da estrutura do dossel, tais como abertura de copa (em porcentagem) e LAI efetivo. Destaca-

-se que as lentes fisheye podem ser obtidas a um preço relativamente acessível, ao valor de R\$ 25,00. Tomou-se como base o inventário de Rollo (2014) para valoração do patrimônio arbóreo de Piracicaba;

(iii) O parâmetro R\$/m² de copa foi estimado a partir de uma revisão bibliográfica com trabalhos sobre a temática. Este ponto pode representar uma limitação desta pesquisa, uma vez que o comportamento fisiológico das árvores mudam conforme cada localidade, sobretudo em clima tropical. Além disso, o uso de diferentes moedas fiduciárias com câmbio flutuante ao longo do tempo dificultam a padronização deste parâmetro.

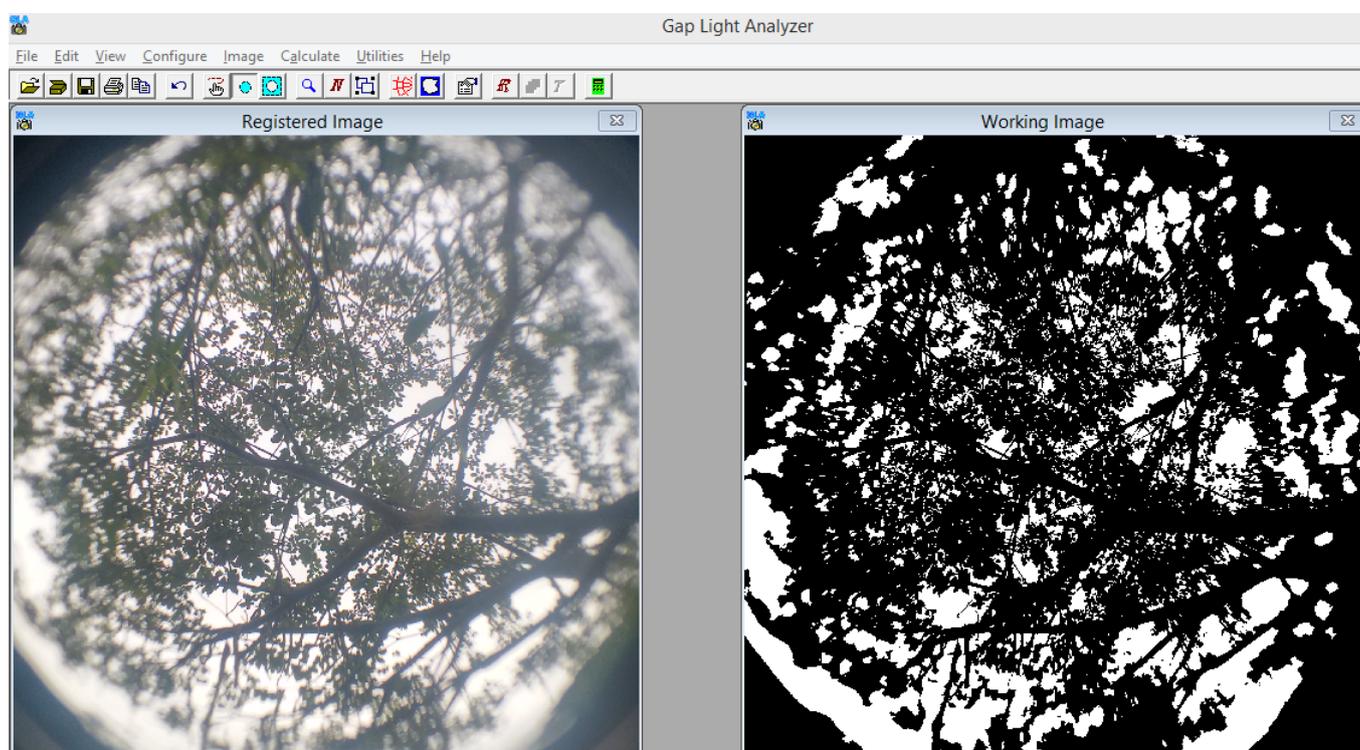


FIGURA 1. Processamento GLA para análise da estrutura da copa (no exemplo, ipê amarelo), adotando no Threshold... o valor do pixel igual a 192 como limiar de separação do preto/branco, valor este que representou adequadamente a foto hemisférica. Fonte: Autores.

Assim, a fórmula de valoração proposta foi (Equação 1):

$$V = C.L.P \quad (1)$$

onde V = valor monetário, C = área da copa, L = Leaf Area Index e P = parâmetro

As medições de campo foram feitas em fevereiro de 2020, das 18h00 às 19h00, hora em que a radiação difusa é mais intensa, ou seja, uma lacuna um pouco menor que uma hora antes do pôr do sol, com preferência por dias nublados, evitando que a radiação direta interferisse nas estimativas. Foram avaliadas as sete espécies de maior representatividade na cidade, com cinco repetições para cada espécie, sendo todas em calçadas, coletando os diâmetros de copa, área foliar (das folhas, folíolos ou foliólulos) e as fotos hemisféricas.

Para fins estatísticos de cada espécie adotou-se a variável mediana ao invés da média, para evitar que algum exemplar outlier viesse as estimativas. Houve duas dificuldades para a execução deste campo: (i) o trânsito neste horário, que exige constante atenção para evitar acidentes e (ii) interferências dos exemplares com mobiliários urbanos e outras árvores vizinhas, o que poderia enviesar os resultados, sendo necessário encontrar outros indivíduos para a amostragem. O período correspondeu ao verão no hemisfério sul, época em que as árvores estavam com elevado vigor fotossintético em virtude da abundância de chuvas.

A Figura 2 mostra estimativas dos LAIs em todo o mundo, sendo os maiores valores próximos a 7, correspondente às florestas tropicais. O Brasil, de um modo geral, fica com média de 3,72, embora seu território, se detalhado a nível de estado, varie entre 0,56 na caatinga em Sergipe (mais baixo) até 4,97 na Amazônia em Amazonas (mais alto).

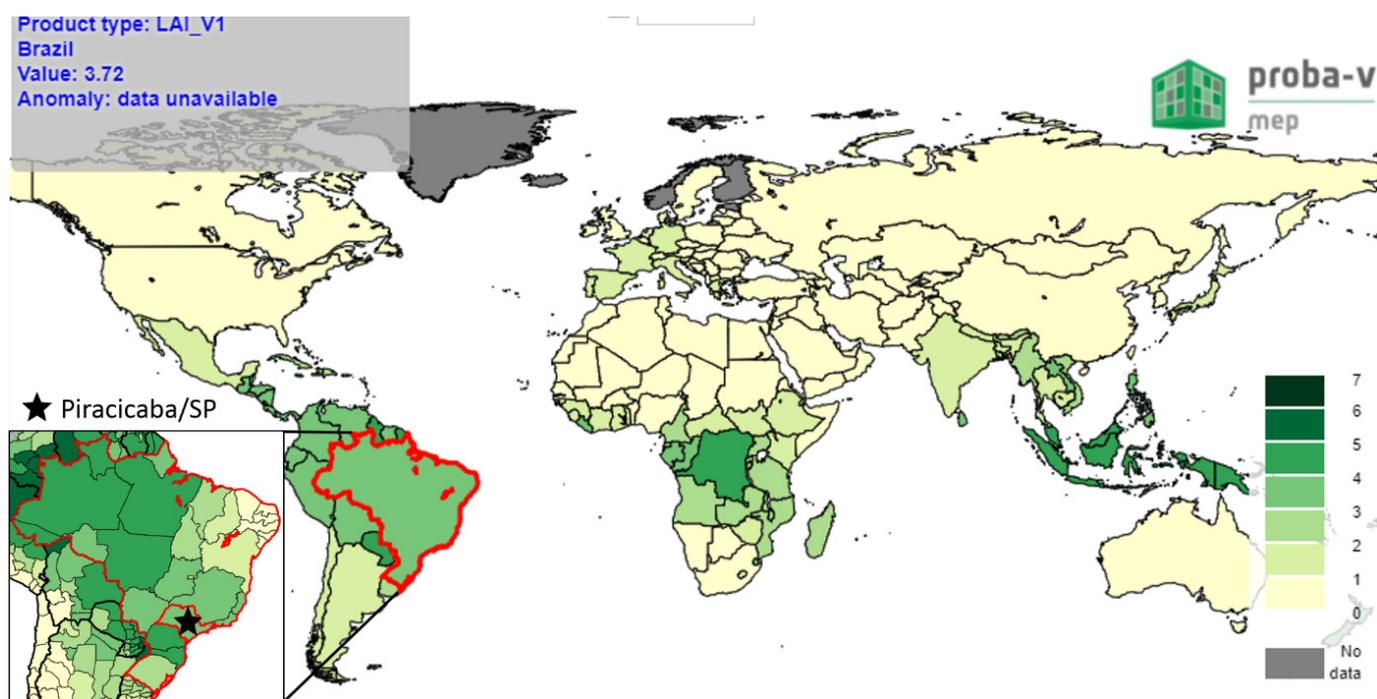


FIGURA 2. Estimativas do LAI para os países do mundo, com destaque para Piracicaba/SP (3,61). Fonte: Copernicus Global Land Service, hospedado por VITO (2021).

Todos os nomes científicos foram extraídos do site oficial Flora do Brasil 2020, e o câmbio baseado no Banco Central do Brasil (2021), considerando a cotação em junho de 2021, ou seja, USD 1 equivalente a BRL 5, EUR 1 equivalente a BRL 6, e GBP 1 equivalente a BRL 7.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra a comparação das sete espécies estudadas com suas respectivas estruturas de copa, sendo estas captadas com a lente tipo olho de peixe.



FIGURA 3 Respectivamente, falsa-murta, oiti, sibipiruna, resedá, falso-chorão, magnólia e ipê-amarelo. Fonte: Autores.

O conhecimento do tamanho e a estrutura da copa é necessário na proposição desta metodologia de valoração monetária da árvore. Dessa forma, encontraram-se altos valores de Correlação de Pearson: (i) positiva entre o LAI verdadeiro e a Área foliar ($R^2 = 0,7814$), ou seja, quanto maior o tamanho da folha, maior o valor do LAI e, conseqüentemente, maiores serão os serviços ecossistêmicos; (ii) negativa entre o LAI e a Abertura da copa, isto é, quanto mais aberta a copa (maior visualização do céu aberto sob a copa), menor o valor do LAI ($R^2 = 0,9284$) (Figura 4), alinhado com o que foi encontrado por Silva e Pimentel (2019).

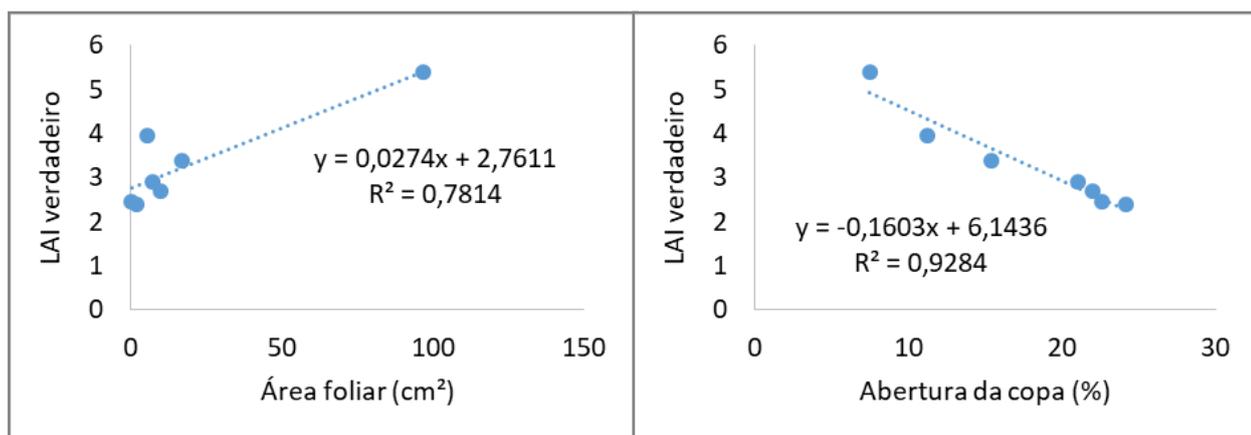


FIGURA 4. Correlação de Pearson entre o LAI verdadeiro e a Área foliar, e o LAI verdadeiro e a Abertura de copa. Fonte: os autores

A revisão bibliográfica com sete pesquisas recentes desde 2010 sobre o tema, em diferentes locais do mundo, apontou média e mediana com valores próximos, ou seja, saldo líquido anual de R\$ 6,1/m² de copa (mediana) e R\$ 6,0/m² de copa (média), o equivalente a USD 1.2 (considerando a cotação de junho de 2021), considerando uma árvore típica com 5 m de raio (logo, 10 m de diâmetro e 75 m² de área projetada) (Tabela 1).

TABELA 01. Pesquisas sobre valoração monetária de árvores e sua conversão para encontrar o parâmetro "P" (R\$/m² de copa).
Fonte: Autores.

Fonte	Ano	Título	Saldo líquido/ árv/ano	Conversão BRL	"P" R\$/m ²
McPherson et al.	2010	Northern California coast community tree guide: benefits, costs, and strategic planting	USD 85	BRL 425	5,7
Soares et al.	2011	Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal	USD 159	BRL 795	10,6
Hilde e Patterson	2014	Integrating ecosystem services analysis into scenario planning practice: wAccounting for street tree benefits with i-Tree valuation in Central Texas	USD 100	BRL 500	6,7
Rogers et al.	2015	Valuing London's Urban Forest: Results of the London i-Tree Eco Project	GBP 16	BRL 112	1,5
McPherson, van Doorn e Goede	2016	Structure, function and value of street trees in California, USA	USD 92	BRL 460	6,1
Wang et al.	2018	Street trees in a Chinese forest city: Structure, benefits and costs	USD 59	BRL 295	3,9
Mendes e Oliveira	2019	Percepção da arborização urbana por estudantes de marketing	BRL 580	BRL 580	7,4

Dessa forma, uma vez obtido o parâmetro "P", o estudo de caso referente à arborização urbana de Piracicaba apontou a sibipiruna madura como uma das espécies mais importantes na cidade. Isso se deve ao relevante tamanho da copa, que pode ultrapassar 10 m de diâmetro. Originária da Mata Atlântica, semidecídua, com floração na primavera, entre fim de agosto e meados de novembro, pode chegar a 16 m de altura, sendo uma das principais espécies utilizadas na arborização urbana do centro-sul do Brasil (LORENZI, 1992).

Em tupi, "sibipiruna" significa "casca preta", justificando seu tronco escomoso. De modo geral, está nas ruas piracicabanas há pelo menos 50 ou 60 anos, cujo plantio foi realizado predominantemente nas décadas de 1950 e 1960, devido à Lei do habite-se de 1942, uma lei municipal que exigia que cada morador plantasse uma árvore em sua calçada para direito ao certificado de residência. Como Piracicaba não tinha viveiro municipal nesta época, as mudas vieram da cidade vizinha, Rio Claro/SP, que dispunha de grandes quantidades dessa espécie.

O oiti, por sua vez, foi outra espécie de destaque, com mais de R\$ 1.000,00 por ano de benefícios, com características de ocorrência e altura semelhantes à sibipiruna, porém, perenifólia, sendo uma das espécies mais abundantes no oeste do estado de São Paulo (MENDES, 2021). A mediana da valoração monetária de cada árvore foi de um benefício estimado em R\$ 415,00 / ano, valor este muito próximo do praticado no mercado de comércio de árvores, que é de R\$ 4.000,00 por árvore com cerca de 10 anos de idade (FÁBRICA DE ÁRVORES, 2021). A valoração de praticamente metade da arborização urbana de Piracicaba, correspondente à somatória das sete espécies analisadas, contabilizou R\$ 20.449.687,00. Baseado neste valor, pode-se inferir que a cidade tem um patrimônio arbóreo anual estimado em R\$ 40.899.373,00, equivalente a USD 8.179.875,00 milhões (Tabela 2).

TABELA 02. Valoração monetária do patrimônio arbóreo de Piracicaba/SP, sendo Ø copa = diâmetro de copa, C = área da copa, AF = área foliar, LAI efet. = LAI efetivo, e LAI verd. = LAI verdadeiro, com as respectivas valoração individual e valoração total. Fonte: Autores.

Espécie	Ø copa (m)	C (m ²)	AF (cm ²)	LAI efet.	LAI verd.	Abertura copa (%)	Quantidade	Parâmetro P (R\$/m ²)	Valoração individual	Valoração total
Falsa-murta	4	13	5,5	2,63	3,9	11,2	9.780	6,1	R\$ 304	R\$ 2.973.588
Oiti	9	64	17,2	2,25	3,4	15,4	6.231	6,1	R\$ 1.317	R\$ 8.205.627
Sibipiruna	11	95	0,3	1,64	2,5	22,6	3.873	6,1	R\$ 1.434	R\$ 5.553.919
Resedá	5	20	7,2	1,94	2,9	21	3.861	6,1	R\$ 350	R\$ 1.353.198
Falso-chorão	6	28	2,2	1,59	2,4	24,2	1.883	6,1	R\$ 414	R\$ 778.625
Magnólia	4	13	97,0	3,59	5,4	7,5	1.834	6,1	R\$ 415	R\$ 761.375
Ipê-amarelo	6	28	9,9	1,79	2,7	22	1.768	6,1	R\$ 466	R\$ 823.355

Neste estudo de caso, em específico, uma árvore urbana chama a atenção: a sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.). Também conhecida como Sapucaia da Moraes (em virtude da Rua Moraes Barros, local em que se encontra) ou Sapucaia do XV (devido à localização próxima ao Estádio Municipal do Esporte Clube XV de Novembro de Piracicaba), foi plantada em 1918 pela família Caprânico para celebrar o fim da Primeira Guerra Mundial, tornando-se uma árvore símbolo da cidade, tombada pelo Patrimônio Histórico e Cultural. Possui 12 m de altura, 4,80 m de CAP (Circunferência à Altura do Peito), 450 m² de copa, e LAI verdadeiro estimado em 3,0. Aplicando-se a metodologia proposta, tem-se: $V = C.L.P \rightarrow V = 450 \times 3,0 \times 6,1 \rightarrow R\$ 8.158,00$ em serviços ecossistêmicos ao ano. Além disso, tem toda a questão do valor histórico, o qual pode ser difícil de estimar por causa da subjetividade, o que poderia agregar um valor ainda maior (Figura 5).



FIGURA 5. Exemplar centenário da majestosa sapucaia em área urbana.

Fonte: Autores.

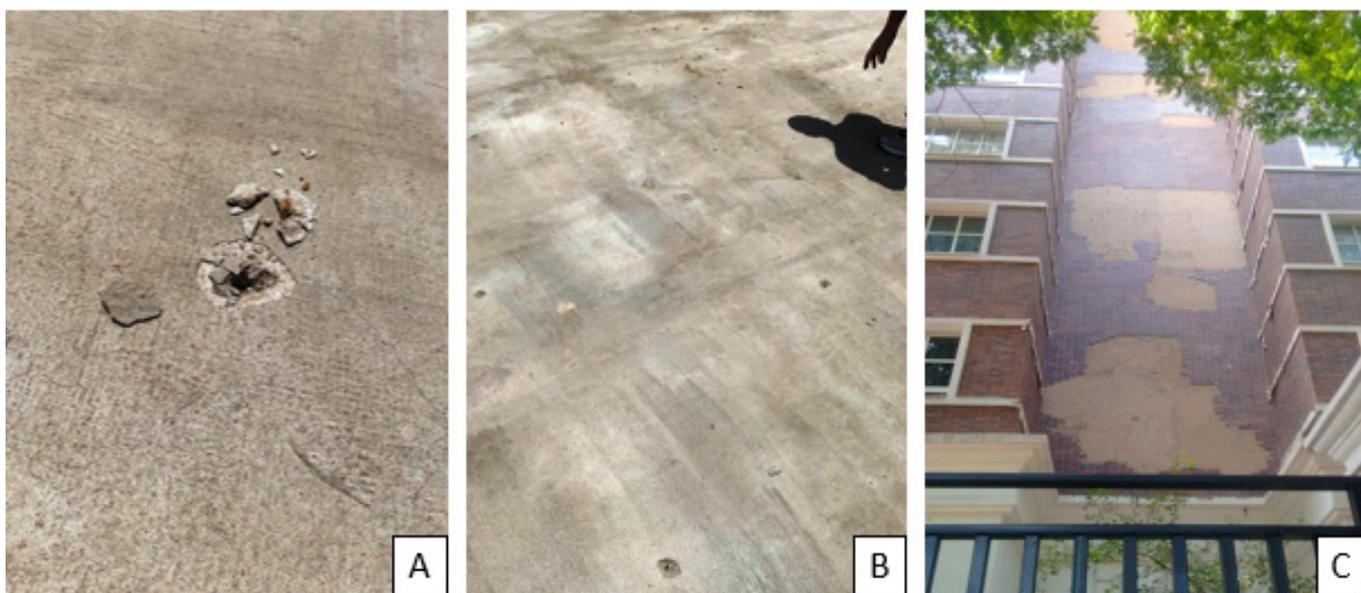
A discussão de um outro ponto é essencial: a existência de espécies invasoras, seja no ambiente rural ou urbano, como a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), originária na América Tropical, de rápido crescimento, a qual foi trazida ao Brasil para servir de alimento na pecuária. Embora possa trazer algum serviço ecossistêmico imediato, seu valor (assim como qualquer outra espécie invasora) deve ser zero, visto que a potencialidade de danos futuros supera os benefícios. Ocupando praticamente toda a margem dos rios, ela possui um efeito chamado alelopatia, responsável por liberar compostos químicos no solo, evitando que outra planta se desenvolva e, portanto, deve ser erradicada (PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA, 2020).

Não necessariamente o simples fato de uma espécie ser exótica deve

zerar a sua valoração, conforme foi mostrado nos estudos apresentados na Tabela 1, onde todos consideraram ambas (nativa e exótica) para a valoração. Em Santiago do Chile, por exemplo, cidade de clima tipo mediterrâneo (Csb), 86% da arborização urbana é exótica (HERNÁNDEZ; VILLASEÑOR, 2018).

No caso da leucena, suas sementes são danosas à construção civil, uma vez que caem nos rios, misturam-se com a areia e, consequentemente, prejudicam a qualidade de contrapisos e rebocos, podendo emergir das camadas superficiais (de até 1 cm) quando aquecida pela junção do impermeabilizante com a água da chuva, ocasionando trincas (Figura 6).

FIGURA 6. Danos causados pela leucena no contrapiso (A e B) e no reboco (C), espécie considerada invasora, que tem comportamento agressivo. Fonte: Arquivo pessoal de Silvia Bonato (A e B) e Flávio Mendes (C) (2021)



Desde 1970 a Pegada Ecológica da Terra ultrapassou a marca da sustentabilidade, precisando, atualmente, de 1,56 planeta Terra para suprir as necessidades humanas; se continuar neste ritmo, em meados de 2030 é possível que o sistema natural entre em colapso, quando a demanda pelos recursos será o dobro do que a Terra poderá oferecer (WWF, 2020).

Neste contexto, a arborização urbana aparece como um dos fatores capazes de mitigar esse efeito. Contudo, as dificuldades para o plantio de novas árvores nas cidades são diversas, desde financeiras até a rejeição do morador, sob a justificativa de sujeiras das folhas, entupimento de calhas, conflitos com fiação elétrica e queda de árvores e galhos (MENDES; OLIVEIRA, 2019), os quais podem ser minimiza-

dos quando realizado um acompanhamento frequente das condições fitossanitárias, sobretudo das que apresentam elevado risco de queda, apesar das árvores com riscos intermediário e baixo serem difíceis de prever a queda (KOESER et al., 2020). Essa conjuntura resume bem o acrônimo norte-americano NIMBY (“not-in-my-backyard”), na qual as pessoas desejam ambientes sustentáveis, floresta urbana, serviços ecossistêmicos, infraestrutura verde etc., contanto que não comprometam os objetivos pessoais, ou seja, a aceitação das árvores parece ser quase que unânime, desde que não seja em frente à minha casa.

Uma alternativa para suprir esta lacuna pode ser incentivando a sociedade quanto à importância de novos plantios e da preservação do patrimônio existente, baseado no modelo de valoração monetária aqui proposto; havendo sinergia entre poder público e sociedade seria possível construir ambientes mais verdes por meio da criação do IPTU Verde (Imposto Predial e Territorial Urbano), na qual o morador teria um desconto neste imposto anual por conservar uma árvore em sua calçada ou área impermeável no quintal, como já ocorre em Araraquara/SP, São Carlos/SP, Curitiba/PR e Vila Velha/ES, mas divergem entre si quanto aos critérios adotados (CUNHA; MARTINEZ; NOSSA, 2013). No caso de Piracicaba/SP, tomando como base o valor médio de R\$ 415,00/ano/árvore, um desconto de 5% equivaleria a R\$ 20,75. Se considerar que a cidade tem 60.146 árvores para os 207.359 imóveis registrados, seria um investimento de R\$ 1.248.030,00 para a Prefeitura, perante os R\$ 41 mi de benefícios líquidos anuais estimados. Ademais, a Lei Orçamentária Anual (LOA) do município é de R\$ 128 mi, logo, o desconto de 5% corresponderia a 0,98% do total previsto na arrecadação.

Por fim, de modo a engajar a sociedade na temática, são apresentadas duas possibilidades:

- A primeira, levando em consideração o uso cada vez mais frequente da tecnologia, com a criação de um aplicativo na qual os próprios moradores voluntários, previamente capacitados por meio de treinamentos em cursos e palestras, cadastrariam as árvores próximas de sua vivência, levando em consideração as características quali-quantitativas, tais como identificação da espécie, endereço, altura, diâmetro de copa, DAP, condição fitossanitária etc. Uma vez de posse dos resultados obtidos, o Poder Público municipal teria uma visão mais ampla de onde atuar na gestão da arborização urbana, sobretudo quanto ao risco de queda;
- A segunda seria estimar e disponibilizar o valor monetário de algumas árvores urbanas estratégicas (como a sapucaia centenária), em placas com QRCode, para disseminar a ideia, por exemplo, como foi realizado em Lisle (Illinois/EUA), indicando o retorno anual dos serviços ecossistêmicos (Figura 7).

FIGURA 7. Placa com QRCode indicando o quanto uma determinada árvore pode retornar em serviços ecossistêmicos; em inglês, “Esta árvore devolve \$ ___ em benefícios para o nosso meio ambiente no próximo ano”. Fonte: The Morton Arboretum (2021).



CONCLUSÃO

O método simplificado de valoração monetária da arborização urbana indicou que o valor das árvores em Piracicaba/SP/Brasil pode ser estimado em R\$ 40.899.373,00 ao ano, na qual o estreitamento das relações entre prefeitura e cidadãos poderá melhorar o ecossistema urbano e, assim, a qualidade de vida. Entender o contexto de um problema e as lacunas a serem preenchidas é fundamental para a proposição das soluções, na qual o método aqui proposto pode servir de parâmetro para políticas públicas municipais.

Não existe um método perfeito, o que há são aproximações da realidade, por isso, é importante reconhecer as limitações de cada modelo, ressaltando que os serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana não são exclusivamente econômicos, mas também uma questão de igualdade social e de distribuição geoespacial. Estudos futuros poderão buscar a confecção de uma lista contendo dados primários sobre as estimativas do LAI efetivo e verdadeiro das espécies mais frequentes utilizadas na arborização urbana, a fim de servir de base para novas valorações.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- AFFOLDERBACH, J.; SCHULZ, C. Positioning Vancouver through urban sustainability strategies? The Greenest City 2020 Action Plan. *Journal of Cleaner Production*, v. 164, p. 676-685, 2017.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Cotação. 2021. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- CITY OF VANCOUVER. Greenest City 2020 Action Plan. 2012. Disponível em: <<https://vancouver.ca/files/cov/Greenest-city-action-plan.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2021.
- CUNHA, D.S.A.; MARTINEZ, A.L.; NOSSA, V. Incentivos fiscais verdes e tributação extrafiscal: estudo sobre o IPTU verde no município de Vila Velha (ES) comparativamente a outros municípios. *Revista Razão Contábil & Finanças*, v. 4, n. 1, p. 79-98, 2013.
- ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE. Série de Dados Climatológicos do Campus Luiz de Queiroz de Piracicaba, SP. 2021. Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/leb/postocon.html>>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- 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 & Urban Greening*, v. 37, p. 3-12, 2019.
- FÁBRICA DE ÁRVORES. 2021. Disponível em: <<https://www.fabricadearvores.com.br/>>. Acesso em: 23 maio 2021.
- FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- FRAZER, G.W.; CANHAM, C.D.; LERTZMAN, K.P. Gap Light Analyzer (GLA): Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. Burnaby, Millbrook: Simon Fraser University, Institute of Ecosystem Studies. 1999. 36 p.
- HERNÁNDEZ, H.J.; VILLASEÑOR, N.R. Twelve-year change in tree diversity and spatial segregation in the Mediterranean city of Santiago, Chile. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 29, p. 10-18, 2018.
- HILDE, T.; PATERSON, R. Integrating ecosystem services analysis into scenario planning practice: Accounting for street tree benefits with i-Tree valuation in Central Texas. *Journal of Environmental Management*, v. 146, p. 524-534, 2014.
- I-TREE. About. 2020. Disponível em: <<https://www.itreetools.org/about>>. Acesso em: 29 jun. 2021.
- KOESER, A.K.; SMILEY, E.T.; HAUER, R.J.; KANE, B.; KLEIN, R.W.; LANDRY, S.M.; SHERWOOD, M. Can professionals gauge likelihood of failure? - Insights from tropical storm Matthew. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 52, p. 126701, 2020.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 382 p.
- MACEDO, S.S. Espaços livres. *Paisagem Ambiente Ensaios*, n. 7, p.15-56, 1995.
- MCPHERSON, E.G.; SIMPSON, J.R.; PEPPER, P.J.; CROWELL, A.M.N.; XIAO, Q. Northern California coast community tree guide: benefits, costs, and strategic planting. General Technical Report PSW-GTR-228. Albany: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station. 2010. 118 p.

MCPHERSON, E.G.; VAN DOORN, N.; GOEDE, J. Structure, function and value of street trees in California, USA. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 17, p. 104-115, 2016.

MENDES, F.H.; OLIVEIRA, R.L.Z. Percepção da arborização urbana por estudantes de marketing. *South American Development Society Journal*, v. 5, n. 14, p. 189-205, 2019.

MENDES, F.H.; ROMERO, H.; SILVA FILHO, D.F. Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, n. 77, p. 191-210, 2020.

MENDES, F.H. Estimativa da quantidade de árvores urbanas a partir de modelo estatístico e criação do Índice Mendes de Arborização Urbana. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 16, n. 1, p. 81-93, 2021.

NORMAN, J.M.; CAMPBELL, G.S. Canopy structure. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P.W. (org.). *Plant Physiological Ecology: Field methods and instrumentation*. London: Chapman and Hall, 1989. p. 301-325.

NOWAK, D.J.; CRANE, D.E.; STEVENS, J.C.; HOEHN, R.E.; WALTON, J.T.; BOND, J. A ground-based method of assessing urban forest structure and ecosystem services. *Aboriculture & Urban Forestry*, v. 34, n. 6, p. 347-358, 2008.

OLIVEIRA, D.A.M.; GANDARA, F.B. Diagnóstico dos quintais permeáveis urbanos em função da autonomia de renda em seis bairros no município de Piracicaba. *Revista Brasileira de Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 1, n. 1, p. 200-218, 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACICABA. Plano Municipal de Arborização Urbana. Piracicaba: Secretaria de Defesa do Meio Ambiente, 2020. 307 p.

RODRIGUES, R.R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. *Circular Técnica IPEF*, n. 189, p. 1-17, 1999.

ROGERS, K.; SACRE, K.; GOODENOUGH, J.; DOICK, K. *Valuing London's Urban Forest: Results of the London i-Tree Eco Project*. Watford: Hill & Garwood Printing Limited, 2015. 84 p.

ROLLO, L.C.P. Metodologias de quantificação de áreas verdes urbanas: mapeamento da cobertura arbórea e inventário florestal de árvores de rua em cidades do Estado de São Paulo. 2014. 103p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ROMERO, H.; MENDES, F.H. Comodificação dos climas urbanos e criação de injustiças socioclimáticas em Santiago do Chile. *ENTRE-LUGAR*, v. 11, n. 22, p. 40-56, 2020.

ROMERO, H.; MENDES, F.H. La gentrificación de los climas urbanos y su influencia sobre las temperaturas de la superficie terrestre y el Covid-19 durante el año 2020 en Santiago de Chile. *Geographicalia*, n. 73, p. 155-176, 2021.

SHINZATO, P.; YOSHIDA, D.F.O.; DUARTE, D. O impacto da vegetação nos microclimas urbanos: Estimativa do Índice de Área Foliar - IAF pelo método de fotos hemisféricas. In: ENCONTRO NACIONAL, 13.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, 2015, Sumaré. *Anais... Sumaré: ENCAC, ELACAC*, 2015. p. 1-8.

SILVA FILHO, D.F.; TOSETTI, L.L. Valoração das árvores no Parque do Ibirapuera-SP: Importância da infraestrutura verde urbana. *LABVERDE*, n. 1, p. 11-25, 2010.

SILVA, L.H.G.; PIMENTEL, R.M.M. Estrutura morfológica foliar da arborização urbana na manutenção do conforto térmico. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 4, n. 1, p. 104-109, 2019.

SOARES, A.L.; REGO, F.C.; MCPHERSON, E.G.; SIMPSON, J.R.; PEPPER, P.J.; XIAO, Q. Benefits and costs of street trees in Lisbon, Portugal. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 10, n. 2, p. 69-78, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ARBORIZAÇÃO URBANA (SBAU). Carta a Londrina e Ibiporã. *Boletim Informativo*, v. 3, n. 5, p. 1-3, 1996.

VIANA, S.M.; TOSETTI, L.L.; ROLLO, L.C.P.; SILVA FILHO, D.F. Valoração monetária: Pesquisas em floresta urbana. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 7, n. 1, p. 76-88, 2012.

VITO. PROBA-V Mission Exploitation Platform. 2021. Disponível em: <<https://proba-v-mep.esa.int/applications/time-series-viewer/app/app.html>>. Acesso em: 04 jul. 2021.

WANG, X.; YAO, J.; YU, S.; MIAO, C.; CHEN, W.; HE, X. Street trees in a Chinese forest city: Structure, benefits and costs. *Sustainability*, v. 10, n. 3, p. 674, 2018.

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*, v. 11, p. 41-76, 1947.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). Living Planet Report 2020. Gland: WWF, 2020. 159 p.

Flávio Henrique Mendes

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP)

friquemendes@usp.br

<https://orcid.org/0000-0002-7628-4850>

Hugo Romero

Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad de Chile (UCHile)

hromero@uchilefau.cl

<https://orcid.org/0000-0002-1005-0269>

António Manuel Saraiva Lopes

Instituto de Geografia e Ordenamento do Território (IGOT), Universidade de Lisboa (UL)

antonio.lopes@campus.ul.pt

<https://orcid.org/0000-0002-9357-7639>

Maria de Assunção Ribeiro Franco

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade de São Paulo (USP)

mariafranco@usp.br

<https://orcid.org/0000-0001-9679-8552>

Demóstenes Ferreira da Silva Filho

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP)

dfilho@usp.br

<http://orcid.org/0000-0001-8674-8041>

Recebido em: 27/07/2021.

Aceito em: 04/12/2021.

A PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA EM PROJETOS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA CIDADE DE SÃO PAULO

ESTUDO DAS HORTAS URBANAS,
HORTA DA DONA SEBASTIANA,
AGROFAVELA-REFAZENDA E HORTA
POPULAR CRIANDO ESPERANÇA

Babette Fernandes Martins da Costa
Tatiana Sakurai

RESUMO

As hortas urbanas integram a categoria de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) capazes de proporcionar benefícios tanto ambientais quanto sociais; entre estas, podemos citar a regulação de microclimas urbanos, o suporte à diversidade e segurança alimentar, o incentivo à educação ambiental e a resiliência de comunidades. O artigo tem como objetivo investigar se projetos dessa natureza, quando criados e geridos sob a iniciativa de comunidades, organizações de bairro e outros grupos sociais possuem maior eficiência, engajamento e continuidade em comparação a projetos de iniciativa privada e/ou pública, sem participação social em sua criação e desenvolvimento. Por meio de estudos de casos múltiplo, ao lado de entrevistas semi-estruturadas com lideranças, visitas de campo e pesquisa bibliográfica, foram selecionadas três hortas urbanas em contextos periféricos na cidade de São Paulo: a Horta da Dona Sebastiana, membro da Associação de Agricultores da Zona Leste e auxiliada por uma Organização Não Governamental; a AgroFavela-Refazenda, localizada em Paraisópolis, patrocinada por uma empresa multinacional; e a Horta Popular Criando Esperança, na Vila Nova Esperança, autônoma.

O trabalho também discute o conceito de Justiça Ambiental como um interessante instrumento de análise, em uma cidade socialmente e ambientalmente desigual como São Paulo - na qual os riscos ambientais



e a falta de investimento atingem desproporcionalmente populações mais pobres e vulneráveis. Como resultado, concluiu-se que projetos como as hortas urbanas podem ser ferramentas potenciais de redução de desigualdades ambientais e, quando com a participação de comunidades, também transformadores sociais. Ressalta-se a importância da implementação de SbNs em áreas periféricas, as quais sofrem mais injustiças ambientais e necessitam mais destas infraestruturas do que nas áreas nobres de São Paulo - onde muitas SBNs são atualmente construídas e amplamente divulgadas.

Palavras-chave

Soluções baseadas na Natureza (SbN); Justiça Ambiental. Resiliência; Hortas Urbanas; Comunidades.

LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA EN PROYECTOS DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA EN LA CIUDAD DE SÃO PAULO

ESTUDIO DE LAS HUERTAS
URBANAS, HUERTA DE DONA
SEBASTIANA, AGROFAVELA-
REFAZENDA Y HUERTA POPULAR
CRIANDO ESPERANÇA

Babette Fernandes Martins da Costa
Tatiana Sakurai

RESUMEN

Las huertas urbanas son una categoría de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) capaces de proporcionar beneficios tanto ambientales como sociales; como por ejemplo, la regulación de microclimas urbanos, el soporte a la diversidad y la seguridad alimentaria, el incentivo a la educación ambiental y la resiliencia de comunidades. El artículo tiene como objetivo investigar si los proyectos de esta naturaleza creados y generados bajo la iniciativa de comunidades, organizaciones de barrio y otros grupos sociales poseen mayor eficiencia, compromiso y continuidad en comparación con proyectos de iniciativa privada y/o pública, sin participación social en su creación y desarrollo. A través de estudios de casos múltiples y de la combinación de entrevistas semi estructuradas a líderes, visitas de campo e investigación bibliográfica, fueron seleccionadas tres huertas urbanas en contextos periféricos en São Paulo: la Huerta de Dona Sebastiana, miembro de la Asociación de Agricultores de la Zona Este y auxiliada por una Organización No Gubernamental; la AgroFavela-Refazenda, localizada en Paraisópolis, patrocinada por una empresa multinacional; y la Huerta Popular Criando Esperança, autónoma.

En el trabajo, se discute también el concepto de Justicia Ambiental como un instrumento de análisis interesante en una ciudad social y

ambientalmente desigual como São Paulo, en la cual los riesgos ambientales y la falta de inversión alcanza de manera desproporcionada a las poblaciones más pobres y vulnerables. Como resultado, se concluye que proyectos como las huertas urbanas pueden ser herramientas potenciales de reducción de desigualdades ambientales y, cuando son ejecutadas con la participación de comunidades, también se convierten en transformadores sociales. Se destaca la importancia de la implementación de SbNs en áreas periféricas que sufren injusticias ambientales y que necesitan de estas infraestructuras más que en las áreas nobles de São Paulo, donde muchas SbNs son actualmente construidas y ampliamente divulgadas.

Palabras-clave

Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN); Justicia Ambiental; Resiliencia; Huertas Urbanas; Comunidades.



COMMUNITY PARTICIPATION IN PROJECTS WITH NATURE-BASED SOLUTIONS IN THE CITY OF SÃO PAULO

A STUDY OF URBAN GARDENS, HORTA DA DONA SEBASTIANA, AGROFAVELA-REFAZENDA AND HORTA POPULAR CRIANDO ESPERANÇA

Babette Fernandes Martins da Costa
Tatiana Sakurai

ABSTRACT

Urban gardens belong to the category of Nature-Based Solutions (NbS), capable of providing both environmental and social benefits; among these, we can mention the regulation of urban microclimates, support for diversity and food security, encouragement of environmental education, and community resilience. The article aims to investigate whether projects of this nature, when created and managed under the initiative of communities, neighborhood organizations and other social groups, have greater efficiency, engagement and continuity in comparison to private and/or public initiative projects, without social participation in their creation and development. Through multiple case studies, alongside semi-structured interviews with leaders, field visits and bibliographic research, three urban gardens were selected in peripheral contexts in the city of São Paulo: Horta da Dona Sebastiana, a member of the Association of Farmers from Zona Leste (East Side of São Paulo), and supported by a Non-Governmental Organization; the AgroFavela-Refazenda, located in Paraisópolis, sponsored by a multinational company; and Horta Popular Criando Esperança ("Popular Garden Creating Hope"), an autonomous one.

The work also discusses the concept of Environmental Justice as an interesting tool for analysis, in a socially and environmentally unequal

city like São Paulo – in which environmental risks and lack of investment disproportionately affect the poorest and most vulnerable populations. As a result, it concludes that projects such as urban gardens could be potential tools for reducing environmental inequalities and, when with the participation of communities, they act as social transformers. We emphasize the importance of implementing NbS in peripheral areas, which suffer more environmental injustices and need these infrastructures more than the prime areas of São Paulo – where many NbS already exist, widely known and publicized.

Keywords

Nature-based Solutions (NbS); Environmental Justice; Resilience; Urban Gardens; Communities.

INTRODUÇÃO

Hortas Urbanas e Soluções baseadas na Natureza

Diante da crise socioeconômica, ambiental e política que vivemos no Brasil e considerando que aproximadamente 85% de sua população vive em áreas urbanas (IBGE, 2017), evidencia-se a urgência e a necessidade de novas alternativas para pensar a produção do espaço urbano de maneira democrática, não-excludente e ambientalmente justa. Tendo em vista que no país 85% das cidades são construídas sem o envolvimento de arquitetos(as) e engenheiros(as) (CAU/BR; Instituto Datafolha, 2015), seria possível (re)pensar as cidades e seus espaços coletivos a partir e com o (re)conhecimento do saber tácito de comunidades urbanas?

Apesar de recentes, especialmente no Brasil (Rodrigues et al., 2021; Fraga & Sayago, 2020; Stöberl et. al. 2019) estudos apontam que as Soluções baseadas na Natureza (SbN) podem ser uma ferramenta importante para a proposição e desenvolvimento de um urbanismo mais resiliente e adaptável. As SbNs são um conceito guarda-chuva que abarca diferentes tecnologias ou intervenções territoriais que visam melhorar a qualidade urbana através da natureza (IUCN, 2020; LSBN, 2021). Essas intervenções procuram solucionar problemas urbanos e mitigar questões relacionadas ao meio ambiente, por exemplo ilhas de calor, enchentes e deslizamentos.

De acordo com Cohen-Shacham et al. (2016) as SbN devem seguir as normas e princípios de conservação da natureza, manter a diversidade biológica e cultural do ambiente e podem ser aplicadas em diversas escalas de atuação. Entre exemplos de SbNs, encontram-se jardins de chuva e outros sistemas sustentáveis de drenagem urbana, telhados e paredes verdes, parques e hortas urbanas. No entanto, áreas e infraestruturas verdes não necessariamente classificam-se como SbNs; apenas quando procuram solucionar problemas de ordem ambiental de maneira ecológica, partindo dos princípios de conservação da natureza.

Neste artigo, comparou-se experiências em São Paulo acerca da relação entre três comunidades com uma categoria de Solução Baseada na Natureza em específico, as hortas urbanas. Partiu-se da hipótese que hortas urbanas são SbNs que podem trazer resultados positivos ambientais e sociais e que são mais eficazes e duradouras em suas propostas quando pensados de maneira participativa em conjunto com a população local, e não impostas por empresas ou pelo setor público sem diálogo e envolvimento comunitário.

Segundo Artmann e Sartison (2018), práticas de agricultura urbana e peri-urbana podem ser consideradas SbNs por serem uma solução híbrida para o desenvolvimento urbano sustentável, combinando

aspectos naturais com o meio construído em áreas urbanas. Do ponto de vista ambiental, estes autores também destacam, segundo experiências do norte global, que hortas urbanas podem contribuir para a regulação de microclimas, da qualidade do ar e do solo, polinização e redução de ruídos urbanos. Estudos empíricos demonstram como a agricultura urbana pode ser uma maneira importante de reduzir gases do efeito estufa como o CO₂, reduzindo o transporte de alimentos para centros urbanos. Além da perspectiva ambiental, foi constatado por diversos estudos mapeados por esses mesmos autores que hortas urbanas garantem saúde, segurança alimentar, educação ambiental, contato com a natureza em meio urbano, melhoria da saúde mental, engajamento civil e por vezes geração de renda para a população em seu redor.

Hortas urbanas podem também contribuir para a requalificação de espaços, tendo em vista que por vezes são construídas em terrenos abandonados utilizados para descartes irregulares, ou aproveitando áreas subutilizadas das cidades, como visto adiante nos estudos de casos deste trabalho. Esta categoria de intervenção também pode ser sinônimo de mecanismo de transformação social, na medida em que traz benefícios na esfera da igualdade de gênero, contribui para a promoção de cidadania ambiental, do fortalecimento comunitário e da expressão política de comunidades, com a conexão com a ancestralidade e com o planejamento territorial (Biazoti, 2020, p. 34).

Biazoti (2020, p. 14) destaca que a agricultura urbana não é novidade no território paulistano, embora tenha crescido consideravelmente a partir da década de 2010, através de diversos grupos de ativismo socioambiental, e com a reinserção do território rural no Plano Diretor Estratégico do município (PDE) de 2014. No entanto, a respeito das hortas comunitárias, observa-se que este tipo de iniciativa obteve grande visibilidade em matérias jornalísticas e presença em redes sociais, principalmente em bairros de classe média alta da zona oeste e central da cidade, como por exemplo a Horta das Corujas, na Vila Madalena; a Horta City Lapa, no Alto da Lapa, e a Horta dos Ciclistas, na Av. Paulista.

Hortas Urbanas e Justiça Ambiental

Partindo do pressuposto de que a degradação ambiental, suas consequências e mitigações não são democráticas, optou-se utilizar, ao estudar a inserção de Soluções baseadas na Natureza em territórios em disputa política, ambiental e social o conceito de Justiça Ambiental. Neste artigo será utilizada a visão mais ampla deste conceito - de acordo com a United States Environmental Protection Agency:

A justiça ambiental é o tratamento justo e o envolvimento significativo de todas as pessoas, independentemente

de raça, cor, nacionalidade ou renda, com relação ao desenvolvimento, implementação e cumprimento de leis, regulamentos e políticas ambientais. Esta meta será alcançada quando todos desfrutarem: o mesmo grau de proteção contra os riscos ambientais e de saúde, e igual acesso ao processo de tomada de decisão para ter um ambiente saudável para viver, aprender e trabalhar.¹

O termo Justiça Ambiental surgiu na década de 1980 nos Estados Unidos, em um contexto de preocupações ambientais e de cunho técnico e político, combinado com protestos e movimentos sociais importantes, como o Movimento dos Direitos Civis. O Movimento por Justiça Ambiental e contra o Racismo Ambiental² foi catalisado através da denúncia de minorias étnicas, raciais e geralmente de baixa renda em episódios de distribuição injusta dos impactos ambientais.

Em São Paulo, a (in)justiça ambiental está atrelada à distribuição desigual de locais como áreas de risco ou contaminadas, por exemplo, onde a degradação ambiental combina-se com a desigualdade social, agravando a vulnerabilidade da população mais pobre. De acordo com um exercício realizado por Acselrad, Mello e Bezerra (2009) existe uma relação direta na cidade entre distritos dotados de alto Índice de Exclusão Social (IES) e áreas com risco de acidentes em encostas. Rodrigues (2020), confirma que a desigualdade no acesso e no direito à cidade se sobrepõem à exposição aos riscos e às vulnerabilidades ambientais, sendo as áreas disponíveis encostas de morros, margens de rios, terrenos contaminados ou áreas de proteção de mananciais.

Essa lógica perversa de ocupação urbana, alimentada pelo Estado, que (des)valoriza o espaço ao regulamentar o uso e ocupação do solo, acaba por contribuir para as (in)justiças ambientais através de dinâmicas político-econômicas, associando os riscos ambientais às populações periféricas (Maricato, 2015). Rodrigues (2020), a partir da relação de “vulnerabilização de vidas humanas” e território apontada por Oliveira (2018) ressalta que,

...para analisar as injustiças ambientais no Brasil, é preciso olhar tanto para o modelo econômico capitalista, que concentra riqueza e reproduz desigualdades socioambientais, como para o processo de colonização que tem delimitado as diversas formas de exclusão social na história da sociedade brasileira. (p. 186)

Neste contexto de (in)justiça ambiental e desigualdade social, hortas urbanas podem ser projetos que vão contra esta lógica hegemônica, tornando comunidades ambientalmente mais justas e sendo vetores de transformação urbana e social, como evidenciado nos casos relatados posteriormente. Porém, ressalta-se que o termo horta urbana engloba diversos tipos de práticas e cultivos que diferem-se em suas propostas, atores, e sua localidade. É importante reconhecer que nem toda experiência de horta urbana é comunitária, orgânica ou

1. Tradução das autoras:
“Environmental justice is the fair treatment and meaningful involvement of all people regardless of race, color, national origin, or income, with respect to the development, implementation, and enforcement of environmental laws, regulations, and policies. This goal will be achieved when everyone enjoys: the same degree of protection from environmental and health hazards, and equal access to the decision-making process to have a healthy environment in which to live, learn, and work”.

2. Definido por Bullard (2005) como: “qualquer política, prática ou diretiva que afete ou prejudique, de formas diferentes, voluntária ou involuntariamente, a pessoas, grupos ou comunidades por motivos de raça ou cor. Esta ideia se associa com políticas públicas e práticas industriais encaminhadas a favorecer as empresas impondo altos custos às pessoas de cor. As instituições governamentais, jurídicas, econômicas, políticas e militares reforçam o racismo ambiental e influem na utilização local da terra, na aplicação de normas ambientais no estabelecimento de instalações industriais e, de forma particular, os lugares onde moram, trabalham e têm o seu lazer as pessoas de cor”.

segue princípios agroecológicos (Biazoti, 2020, p. 43), podendo ser por exemplo, uma horta institucional, de uma empresa ou em propriedade particular, seguindo diversos métodos de plantio e organização.

A agricultura urbana distingue-se da agricultura rural devido à sua proximidade ao mercado de consumo, com a economia e mundo urbano, o que muitas vezes faz com que ocorra um vazio institucional, devido à falta de políticas públicas para tal meio (Biazoti, 2020, p. 35). Estas experiências, no caso brasileiro, podem ocorrer de forma regular ou não, em áreas na cidade impossibilitadas para outros usos, como por exemplo sob linhas de transmissão de energia, em praças, lajes ou terrenos baldios. São comuns casos de famílias que produzem há anos nas bordas da cidade e foram englobadas pelo processo de urbanização. Estas áreas geridas de forma comunitária ou familiar, muitas vezes com zoneamento específico na legislação municipal e que podem ter apoio governamental para assistência técnica e fornecimento de insumos (Biazoti, 2020, p. 38).

Comunidades, grupos raciais e bairros são os principais atores do movimento por justiça ambiental desde o começo da luta, nos Estados Unidos. Laituri e Kirby (1994, p. 15, citado por Acserald, Mello, & Bezerra, 2009, p. 19) retomam uma pesquisa realizada em 1987 por Robert D. Bullard que apontou que “a composição racial de uma comunidade é a variável mais apta a explicar a existência ou inexistência de depósitos de rejeitos perigosos de origem comercial em uma área”. O Brasil apresenta tendências similares pois em todas as grandes regiões do país a porcentagem de população branca com acesso à água canalizada, e à esgoto e fossa séptica é consideravelmente maior do que a porcentagem da população negra e parda (IBGE, 2000).

A relevância destes grupos é importante não somente na mobilização por justiça ambiental e direitos humanos, contribuindo também para os estudos de risco através do saber experiencial: a população local é geralmente a primeira a detectar os indícios de algum problema ou desequilíbrio ambiental através de cheiros, percepção visual, apreensão de doenças, etc (Corburn, 2007; Rodrigues, 2020).

Acerca da injustiça ambiental no meio urbano, ressalta-se a relação entre os movimentos por moradia e comunidades envolvidas com a pauta ambientalista:

...as lutas dos chamados movimentos de moradia têm clara relação com a solução das questões ambientais. Se em algumas circunstâncias eles induzem a invasão de áreas de proteção ambiental, produzindo conflitos importantes com o chamado movimento ambientalista, cabe reconhecer a proximidade entre essas duas lutas, sobretudo entendendo que os mais pobres - na grande maioria dos casos - são os mais ameaçados pelas condições ambientais existentes. (Acserald, Mello, & Bezerra, 2009, p. 68).

Nos estudos de casos apresentados, observa-se além das comunidades outros atores presentes nos territórios, como empresas através de patrocínios e concessões, parcerias e auxílios de Organizações Não Governamentais, e o Estado através de incentivos, editais, legislação fundiária e planejamento urbano.

Na inserção de Soluções baseadas na Natureza em territórios populares, entende-se o projeto participativo como ferramenta fundamental para seu êxito e manutenção. Segundo Noia (2017), no campo da arquitetura e do urbanismo,

O projeto participativo pode ser definido como um processo de capacitação e empoderamento, sendo seu produto, a arquitetura comunitária, um processo contínuo de aprendizado e desenvolvimento. Sua prática cria um reforço natural à comunidade, trazendo consigo a identidade de grupo e a noção associativa. (p.107)

As práticas participativas se baseiam no preceito de que um ambiente funciona melhor quando os moradores da região participam de sua criação e gestão (Noia, 2017, p. 107), influenciando positivamente a criação de espaços comunitários. O projeto participativo visa a emancipação social e maior capacidade de ação no ambiente através da troca de experiências e aprendizados entre os envolvidos, visando uma apropriação do conhecimento para sua replicabilidade em situações posteriores. Nesse sentido, analisam-se os três projetos selecionados tendo em vista a participação ativa de comunidades como algo central na implementação de Soluções baseadas na Natureza que combatam (in)justiças ambientais de modo emancipatório e bem sucedido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho situa-se primordialmente na grande área de Ciências Sociais Aplicadas (Arquitetura e Urbanismo) e caracteriza-se pela abordagem qualitativa. A fundamentação teórica, extração, manipulação e leitura de dados adotou ferramentas e por vezes métodos transpostos originários de outras disciplinas e áreas do conhecimento em uma relação interdisciplinar. Buscou-se um olhar dinâmico sobre a realidade social para a qual este trabalho se volta, para a compreensão do fenômeno proposto no território analisado, por meio da análise de seus diferentes contextos: social, econômico, ambiental e territorial. Adotou-se como método o Estudos de Casos múltiplo, conforme descrito por Martins (2008) a partir da leitura crítica de Yin (2001). A partir de um levantamento mais abrangente conduzido pelas autoras³, no qual foram mapeados e categorizados projetos em diversas escalas do urbano, as três hortas deste estudo foram selecionadas por estarem em áreas periféricas da cidade, mas em localizações geograficamente

3. MARTINS DA COSTA, B. F. (2021). EJ-Sul: Projetos de Justiça Ambiental na América Latina. (Relatório Final de Iniciação Científica). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Com o apoio do Programa Unificado de Bolsas de Estudo para Apoio e Formação de Estudantes de Graduação - PUB-USP, Edição 2020/2021.
SAKURAI, T. (2019). Diálogos Norte-Sul: projetos e Justiça Ambiental nas cidades de São Paulo e Los Angeles (Projeto de pesquisa). Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
A primeira fase foi subsidiada pelo EDITAL N. 09/2019 - PrInt USP/ CAPES - PVEJS.

distintas, sendo elementos relevantes na paisagem, na história e na cultura do território onde se situam. Outro critério importante foi a identificação de diferentes atores participantes, o que possibilitou a análise comparativa dentro do recorte pretendido.

Destacam-se como fontes o material produzido pelas comunidades e atores pesquisados, tais como vídeos, sites, blogs e redes sociais, além de publicações e documentos disponibilizados por centros de pesquisa, institutos e pesquisadores. Foram realizadas visitas de campo presenciais documentadas fotograficamente, combinadas com entrevistas semi-estruturadas com as lideranças, coordenadores ou participantes das hortas, agendadas previamente e respeitando os protocolos sanitários vigentes à época. As entrevistas foram conduzidas a partir de perguntas sobre a história, o funcionamento e gestão da horta, e em seguida sobre o trabalho e a participação de agentes que atuam no território e sua relação com outros atores. Optou-se neste artigo por manter os nomes pelos quais os entrevistados se auto-declararam.

ESTUDOS DE CASOS: TRÊS HORTAS URBANAS EM REGIÕES PERIFÉRICAS DE SÃO PAULO

A partir das questões apontadas anteriormente e os critérios citados acima, foram selecionadas as hortas urbanas em contexto periférico⁴: a Horta da Dona Sebastiana, localizada em São Mateus na Zona Leste; a AgroFavela-Refazenda, de Paraisópolis, na Zona Sul e a Horta Popular Criando Esperança, na Vila Nova Esperança, Zona Oeste de São Paulo. Além dos grupos sociais diretamente envolvidos, foram identificados outros atores relevantes como o poder público, através do zoneamento e da regularização fundiária da terra; empresas, a partir de parcerias e patrocínios; e organizações não governamentais, no auxílio administrativo e apoio às hortas.

Horta da Dona Sebastiana. São Mateus, Zona Leste - SP

A Horta da Dona Sebastiana, localiza-se sob uma linha de transmissão de energia em São Mateus, Zona Leste de São Paulo e caracteriza-se pela gestão familiar, com o auxílio de uma Organização Não Governamental (ONG) e membro de uma associação de agricultores. Esta horta é uma entre outras que compartilham um grande terreno cujos "lotes" foram divididos por famílias, e atualmente é gerida por Dona Sebastiana. Seu marido, Seu Genival, já falecido, foi um dos fundadores da Associação de Agricultores de São Mateus, hoje Associação de Agricultores da Zona Leste (AAZL), na qual atualmente estão cadastradas 14 hortas. Além do consumo próprio, D. Sebastiana comercializa seus produtos para moradores da vizinhança, através da venda em uma pequena loja no portão da horta. Sobre a decisão de escolha de plantio, o casal

4. Neste artigo definiu-se como periferia os territórios em São Paulo caracterizados pela pobreza, precariedade e distância em relação ao centro. Este termo, até 1980 mais presente na academia, passou a ser apropriado e reivindicado a partir da década de 1990, passando por um processo histórico de modificação de seu significado, a partir de expressões culturais como o rap e o hip hop (D'Andrea, 2020).

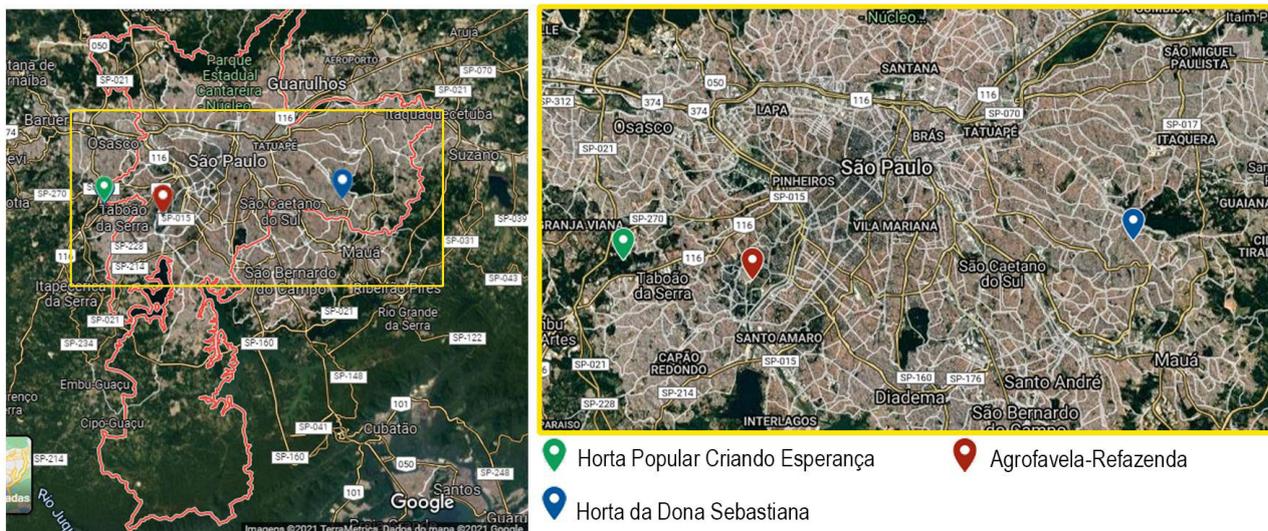


FIGURA 1. Localização das três hortas urbanas na cidade de São Paulo selecionadas. Fonte: Elaborado pelas autoras com base na plataforma GoogleMaps, 2021.

de agricultores decidiu, nas palavras de Sebastiana (2021), “plantar aquilo que a gente gosta de plantar, e o que o povo gosta”. Na horta são cultivados principalmente temperos, hortaliças e alimentos cujo plantio é mais rápido, além de plantas medicinais. O terreno sob o linhão de transmissão de energia, na qual a horta ocupa um espaço de aproximadamente 8.000 metros quadrados, é de propriedade da Enel Brasil, que fiscaliza mensalmente o terreno e realiza um contrato de comodato com a duração de 5 anos, e que atualmente encontra-se em espera de renovação.

De acordo com o depoimento da agricultora concedido à Martins da Costa (2021) e com o site da AAZL (n.d.), a horta e a associação iniciaram através de atividades relacionadas à discussões acerca do Plano Diretor Municipal, em 2002. Uma bióloga, funcionária da Subprefeitura de São Mateus ao fazer um levantamento da região, destacou como a cultura rural estava presente na região, ao observar que diversas famílias plantavam em chácaras ou embaixo de linhões de energia. Levantaram também uma grande quantidade de nascentes preservadas em remanescentes de mata atlântica na região, compondo cinco sub-bacias hidrográficas formadoras da cabeceira do Rio Aricanduva. Identificando o potencial de geração de renda, desenvolvimento e preservação da natureza por meio da agricultura urbana, ela e outros funcionários da subprefeitura se engajaram para fomentar “a agricultura local como fator de desenvolvimento através da cessão de áreas públicas para plantio e orientação técnica aos agricultores” (AAZL, n.d.). Na mesma época discutia-se a Lei da Agricultura Urbana e Periurbana, que em 2004 fomentou o Programa de Agricultura Urbana e Periurbana do

Município de São Paulo (PROAURP).

Com o apoio da Subprefeitura local, a associação obteve assessoria e capacitação para a produção sem o uso de aditivos químicos e a comercialização do excedente em feiras na cidade. Sobre as reuniões mensais com agricultores da associação e com profissionais da subprefeitura, Sebastiana (2021) comenta:

...e aí a gente foi aprendendo com ela (funcionária da subprefeitura) o bem-estar de cuidar da terra, e aí entrou o meio ambiente no meio. A terra é chamada de mãe no nosso ponto de vista, e é verdade, que ela produz todos os nossos alimentos, e nós não devemos agredir a terra. Quando nós agredimos a terra, a gente tá fazendo mal pra nós mesmos, porque é onde nós conseguimos os nossos alimentos. E aqui em São Mateus tem bastante manancial de água, e olha que o bairro não é tão grande. E aí pronto, a gente começou a trabalhar em cima dessa ideologia, de defender mananciais de água, não colocar veneno na terra, e assim a gente começou a criar gosto. Hoje eu tenho isso como uma oração. E planto, colho, depois planto outro, mas não uso nada ofensivo à terra. Uso coisas naturais, se não der certo então corta e planta outro. É uma alternativa.

Sebastiana e seu marido, Genival, voltaram a plantar prestes a se aposentarem e relata que em sua juventude os dois chegaram a trabalhar na roça, sendo “agricultores de milho, feijão, mandioca”, mas não sabiam trabalhar com hortaliças. Ela se mudou com vinte e dois anos para São Paulo em busca de emprego e trabalhou em indústrias durante anos, até entrarem em contato com funcionários da subprefeitura e começarem a plantar no terreno onde hoje é a horta. Acerca de sua origem e relação com o plantio, Sebastiana (2021) relata:

Eu me defino como agricultora, porque é da minha raiz que eu venho, é como se eu vivesse do meu tempo passado, de uma maneira mais melhor [sic] ainda, porque eu aprendi a cuidar da terra, porque lá na minha terra eu queimava as coisas, hoje não queimo e se eu for dar uma palestra pra uma pessoa eu falo que não queimo uma folha, uma palha, ela tem que ser jogada para constituir a terra, por que a queimagem faz muito mal. Além da atmosfera, ela perde todas as substâncias, e nós não sabia [sic] disso, pensava que dava adubo depois de queimar, e não é nada disso.

Além da AAZL, a horta da Dona Sebastiana já contou com o apoio da Cidades Sem Fome, que se define como “uma organização não governamental (ONG) que desenvolve projetos de agricultura sustentável em áreas urbanas e rurais, baseados nos princípios da produção orgânica” (Cidades Sem Fome, 2021). Em seu site a ONG não disponibiliza em quais hortas atua ou já atuou, porém menciona que foi a responsável pela fundação de 25 hortas em São Paulo. Nota-se nessa plataforma e em vídeos institucionais que a Horta da D. Sebastiana é considerada uma horta modelo pela ONG e pela Enel.

Entretanto, segundo Sebastiana em seu depoimento, a parceria com a ONG não estava mais ativa naquele momento.

AgroFavela-Refazenda. Paraisópolis, Zona Sul - SP



FIGURA 2. Dona Sebastiana em sua horta. Fonte: Acervo das autoras, 2021.

A AgroFavela-Refazenda, horta autodenominada comunitária, localizada na favela Paraisópolis no subdistrito Vila Andrade, foi selecionada para análise com o objetivo de entender as dinâmicas entre uma comunidade e parcerias externas diversas. É patrocinada por uma empresa multinacional, a Sodexo, por meio do Instituto Stop Hunger e tem o apoio de pessoas físicas, organizações e outras empresas, como por exemplo, a City Farm, um empreendimento que desenvolve protótipos para o plantio de hidropônicos em contextos urbanos. A horta foi idealizada e é administrada por lideranças de Paraisópolis, e foi instalada no antigo estacionamento do Pavilhão G10 Favelas, sendo o plantio não realizado direto na terra, como nos outros dois casos analisados. Ressalta-se que é a horta mais jovem estudada neste trabalho, inaugurada em outubro de 2020, e segundo a própria administração, ainda está na fase piloto.

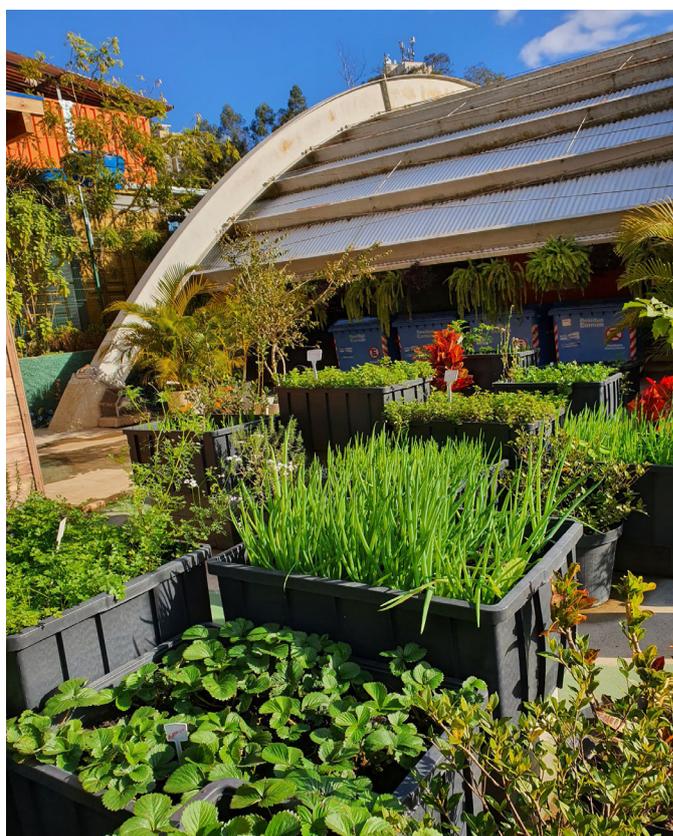
O projeto tem como enfoque o cuidado com as mulheres da comunidade, em especial mães solas que se encontram em situação de vulnerabilidade social, e tem como objetivo incentivar com que elas aprendam e plantem em suas casas, especialmente nas lajes, por meio da doação de protótipos da City Farm, capaz de gerar um complemento de renda familiar com a venda do excedente. Apesar

de se autodeclarar comunitária, a horta é cuidada atualmente por um grupo restrito de funcionários especializados. A participação das mulheres da comunidade ocorre por turnos através da colheita e por meio da recepção de doações de mudas e insumos, além de oficinas sobre plantio realizado pelos funcionários.

Em uma perspectiva ampliada, Renata (2021) funcionária, administradora auxiliar da horta, diz:

...A importância delas (mulheres) é que a gente quer ver meio que o futuro, uma prosperidade em relação ao conhecimento, ao manuseio de plantas, e a importância delas é elas entrarem em contato com a natureza. A gente sabe que morar aqui não é fácil, ainda mais sendo mulher, é uma questão muito delicada, então acho que elas participando, tem a oportunidade de melhorar um pouquinho a questão da saúde mental e da alimentação.

Há algumas árvores frutíferas plantadas diretamente na terra, porém a maioria das plantas está distribuída em caixotes de plástico e nos protótipos de horta vertical, através de uma tecnologia de plantio de hidropônicos, desenvolvida pela empresa parceira. Não há composteira no local e o foco é no plantio de hortaliças mais convencionais, como espinafre, alface, almeirão, além de temperos, ervas medicinais e algumas PANCs.



FIGURAS 3 e 4. AgroFavela-Refazenda Fonte: Acervo da autora, 2021.

Horta Popular Criando Esperança. Vila Nova Esperança, Zona Oeste - SP

Com o intuito de entender a autogestão de uma comunidade em todo o projeto de horta comunitária, foi selecionada a Horta Popular Criando Esperança, na Vila Nova Esperança, comunidade localizada na Zona Oeste de São Paulo, na divisa com Cotia e Taboão da Serra. Seu território começou a ser ocupado no final dos anos 1960, próximo a uma reserva de Mata Atlântica adquirida pela CDHU em 2001, onde desde 2019 é o Parque Jequitibá⁵. Atualmente é constituída por aproximadamente 600 famílias, de acordo com a líder comunitária Lia Esperança. Com o intuito de se tornar um exemplo de comunidade sustentável a fim de evitar remoções e entraves jurídicos, a Vila Nova Esperança iniciou diversos projetos de cunho ambiental, sendo o principal a horta comunitária. Possui atualmente três composteiras, uma cozinha comunitária e a sede do Instituto Lia Esperança, equipada com uma fossa de evapotranspiração; biblioteca e um circo, palco de atividades culturais, todos feitos com bioconstrução, a partir de técnicas e materiais locais ou que seriam descartados.

A comunidade ocupava parte de uma ZEPAM, mas em 2013, através de pressão popular e após o início de projetos comunitários de baixo impacto ambiental com ampla visibilidade, o Plano Diretor foi readequado para uma ZEIS. A comunidade recebe ajuda pontual de ONGs, universitários e outros voluntários principalmente via mutirões, e já recebeu apoio de editais públicos para a viabilização dos projetos.

De acordo com a líder comunitária, a horta produz alimentos orgânicos vendidos a preço de custo para os moradores, e tem como principal objetivo garantir saúde, segurança alimentar e renda para a comunidade, além de ser um instrumento de educação ambiental para adultos e crianças tanto locais quanto externos. São plantados na horta plantas medicinais, PANCs, hortaliças, leguminosas e árvores frutíferas. Esperança (2021) destaca que "...a gente planta na horta conforme o que o povo mais pede (...) A nossa plantação é de acordo com a necessidade do povo".

Iniciada em 2013 e gerida por moradores que encontravam-se desempregados, a horta foi instalada em um terreno abandonado, e posteriormente expandiu-se para um terreno de propriedade da SABESP, através de uma parceria com a empresa. Localizada na divisa com o parque, a horta serviu também como um instrumento de urbanização, limitando a expansão das casas em áreas de preservação ambiental e evitando também o despejo de entulho no local.

...através dessa horta a gente teve como mostrar pro poder público que a gente poderia sim estar dentro de uma área de preservação, desde quando a gente aprendesse a cuidar e a fazer preservação. E a partir do momento em que a gente começou a fazer isso, a gente tinha 15 dias pra sair daqui, e

5. Anteriormente chamado de Parque Urbano de Conservação Ambiental e Lazer da Fazenda TIZO (Terras Institucionais da Zona Oeste), criado pelo Decreto Estadual nº 50.597, de 27 de março de 2006. Arce et al. (2014) a caracteriza como uma área de conflito socioambiental, com disputas entre atores com interesses diversos.

nós já estamos em 2021, então isso quer dizer que ajudou a toda a comunidade, essa horta, porque o impacto dela foi muito bom. (Esperança, 2021)

Atualmente a horta é gerida por moradores desempregados em troca de cestas básicas, mas já receberam recursos de editais públicos para a remuneração do trabalho. Após diversas experimentações, incluindo a criação de uma moeda de troca para moradores da comunidade para a partilha da colheita, foi decidido que os alimentos seriam vendidos a preço de custo para moradores locais, e segundo Lia, aproximadamente dois terços dos moradores consomem da horta.

Sobre a capacitação das pessoas, a líder comunitária diz:

...eu vou te falar uma coisa: o melhor professor do mundo é a vida. A vida já é um professor. Porque no caso eu não tenho condição de pagar uma pessoa profissional para vir ensinar. E aqui a gente compartilha conhecimento. Então cada um diz "ah, eu sei isso, aprendi com o meu avô, aprendi com a minha avó", então a gente vai compartilhando. Eu sempre falo que aqui não tem ninguém melhor do que o outro, aqui não tem professor. aqui todo mundo é aluno, e é aluno da natureza. (Esperança, 2021)



FIGURAS 5 e 6. Horta Popular Criando Esperança na Vila Nova Esperança. Fonte: Acervo da autora, 2021.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considera-se neste estudo que a experiência da Vila Nova Esperança é um exemplo positivo de uma categoria de Soluções Baseadas na Natureza com envolvimento, engajamento e gestão de moradores. Trata-se de um projeto cuja idealização - da horta e outros equipamentos - partiu diretamente de uma demanda e estratégia de uma comunidade visando garantir a posse da terra, mas sem excluir a participação de ONGs e outros voluntários. A relação com estes atores foi construída como uma rede de apoio e difusão e não de dependência. Em entrevista

com Lia Esperança, a líder comunitária, foi relatado o caso infrutífero de uma empresa que tinha interesse em investir em projetos ambientais na comunidade, mas que não consultou os moradores para entender suas demandas, realizando um diagnóstico à parte, algo diverso ao método trabalhado na Vila. Acerca da importância escuta, Esperança (2021) comenta:

Foi muito importante a gente ter essa iniciativa, mas eu acho que desde quando uma empresa, ou uma ONG, a justiça, ou qualquer um, eles virem fazer esse trabalho na comunidade, que escute o morador, que escute as pessoas, e que faça as coisas de acordo com a vontade das pessoas, e não a delas.

Em ações comunitárias, Lia comenta como a ajuda de agentes externos é bem-vinda principalmente ao instruir e popularizar informações judiciais, técnicas e educativas que são de interesse da comunidade porém de difícil acesso. Ela cita como exemplo o caso da ameaça de desapropriação, para o qual foi importante o auxílio de profissionais para explicar a situação do planejamento local, acerca da ZEIS e a ZEPAM em que estavam inseridos.

A mediação de empresas ou organizações presentes no território, quando não tecida de forma emancipatória e participativa, pode acabar por trazer instabilidade e dependência de comunidades. Como por exemplo, no caso de hortas urbanas, a necessidade de fornecimento contínuo de mudas, protótipos e insumos por meio de contratos de parceria para a continuação e manutenção dos projetos. Não são raros, em outros projetos dessa natureza, os relatos sobre ONGs e empresas que divulgam e obtêm vantagens financeiras sobre suas benfeitorias ditas sociais e sustentáveis de forma desleal em cima de incertezas de comunidades que dependem de financiamentos e decisões externas pouco dialogadas e transparentes.

Ainda é cedo para afirmar que este é o caso da AgroFavela-Refazenda, em Paraisópolis, que depende de protótipos e insumos cedidos por empresas para continuarem o projeto. Assim como é precipitado avaliar o alcance e impacto da iniciativa por estar em uma fase piloto - hortas são seres vivos que requerem tempo e trabalho (a princípio local) para assegurar seu bom desenvolvimento. Embora a partilha da colheita seja feita via cadastramento das mulheres de Paraisópolis, a AgroFavela-Refazenda diferencia-se das demais hortas comunitárias de São Paulo, por não realizar a gestão do espaço de forma coletiva e colaborativa, de maneira que os moradores de Paraisópolis só participam ativamente através de oficinas de plantio, sendo a horta administrada e cuidada por uma pequena equipe.

As hortas urbanas podem ser instrumentos políticos poderosos de transformação do território, como no caso da horta da Dona Sebastiana. Na entrevista semi-estruturada realizada, Sebastiana relata que sua horta não é comunitária - segundo ela, "ser comunitária

dá muito trabalho”. Embora o projeto tenha sido assessorado por uma ONG durante 8 anos, Sebastiana ao contar sobre seus pontos de apoio destaca os funcionários da Subprefeitura de São Mateus, e a Associação de Agricultores da Zona Leste, co-fundada por seu marido. Através da Associação conseguiram criar uma rede de comercialização e divulgação, financiando cursos técnicos e consultoria de agrônomos. Além de incentivar o consumo local, a horta é também um instrumento de educação ambiental que se destaca na paisagem no bairro - de acordo com D. Sebastiana, era frequente a visita de escolas no bairro antes da pandemia do novo Coronavírus. Sebastiana conta como o terreno antes era usado para depósito de lixo e hoje é o “jardim do paraíso”. É evidente a transformação social e ambiental do entorno em decorrência das hortas, não somente por reduzirem ilhas de calor, absorverem ruídos, reduzirem o risco de inundações e resguardar as nascentes locais, mas também por oferecer ao moradores do bairro o direito à paisagem (Vicente e Lima, 2017), às áreas verdes, ao lazer e, em última instância, à Justiça Ambiental.

Além do objetivo claro de geração de renda e abastecimento público de alimentos, percebe-se que as três hortas tiveram em sua criação como finalidade a ideia de propiciar educação ambiental e trazer o contato com o meio ambiente em territórios onde esse acesso é negado ou restrito. Hortas urbanas podem oferecer, através do trabalho emancipador e não alienante, experiências de reconexão não somente com áreas verdes da cidade, mas também com o passado e a ancestralidade dos trabalhadores. Este contato com as origens, combinado com a pauta da saúde mental, foi algo comentado pelas entrevistadas - quando perguntado nas três hortas onde os trabalhadores aprenderam a mexer com a terra, a resposta foi “a escola da vida” - Sebastiana e Lia, assim como Adélia, jardineira da AgroFavela-Refazenda, migraram de estados nordestinos para São Paulo no século passado, e reencontraram-se com o trabalho rural décadas depois. Na Vila Nova Esperança foi comentado como esse foi um padrão vivido por muitos de seus trabalhadores, que trocaram aprendizados e técnicas diferentes baseados em suas experiências de vida antes de mudarem-se para São Paulo, algo que teve grande impacto na saúde mental. Lia comenta como muitos moradores se curaram de depressões severas após retomarem o contato com a natureza e o trabalho rural.

Observou-se nos três projetos a presença de lideranças mulheres - por ser um local próximo de suas casas e seguro para crianças, as hortas contribuem também para a igualdade de gênero e o fortalecimento comunitário, sendo um espaço onde mulheres podem aprender novas habilidades, trocar conhecimentos e participar ativamente em decisões da comunidade. Lia Esperança comenta que atualmente a maioria dos participantes da horta são mulheres, enquanto na

Agrofavela Refazenda as cestas da colheita e as oficinas de cultivo são direcionadas às mulheres de Paraisópolis, visando sua autonomia.

Na Vila Nova Esperança a horta configurou-se também como um mecanismo político de permanência no território que articulada com os demais projetos pautados na chave da sustentabilidade fortaleceram a luta da comunidade, ofereceram visibilidade e possibilitaram a negociação com o poder público. Quando perguntada sobre quantas pessoas se beneficiam da horta, Lia responde que dois terços da comunidade consomem da horta, mas todos os moradores são atendidos indiretamente por ela, devido à questão da posse da terra. Um outro aspecto a ser destacado é o uso da horta nessa localidade como um instrumento de urbanização, pois sua implantação foi planejada no limite do parque e áreas preservadas, impedindo a expansão do loteamento irregular nessas áreas. Onde começam a jogar lixo e entulho, ou identificam que grileiros querem ocupar e construir, a comunidade implanta jardins e áreas verdes comuns entendidas como espaços de convivência e lazer, controlando a expansão que pode ameaçar a continuidade de sua permanência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise proposta neste artigo, constatou-se, mesmo que com níveis diferentes de impacto social e ambiental e por meio de uma única categoria, hortas urbanas, a relevância na proposição de Soluções baseadas na Natureza em comunidades periféricas de grandes centros urbanos. Estas são, em geral, vulneráveis socialmente e economicamente e as que mais sofrem de (in)justiças ambientais, por se localizarem, por exemplo, sobre terrenos contaminados e/ou sob risco de enchentes, deslizamentos, além da falta de saneamento básico e acesso à áreas verdes e de lazer.

As políticas de planejamento urbano que minimamente orientaram a organização do território da cidade de São Paulo desconsideraram a agricultura urbana como fator relevante em seu desenvolvimento, sendo esta restrita a pequenas iniciativas espontâneas realizadas em áreas abandonadas ou ainda não apropriadas pelo mercado imobiliário (Biazoti, 2020, p. 98). Gonçalves (2017) aponta que,

Uma região (tal como uma cidade ou uma comunidade) resiliente desenvolve um modelo de progresso assente em mudanças graduais e continuadas. Esse território amplia oportunidades para todos os grupos etários e sociais, estabelece e consolida uma rede de conectividades e internaliza, na sua matriz socioeconômica, condições de aprendizagem que permitem evitar ou inovar a partir de quadros de tensão. Para além disso, posiciona-se de modo a integrar sistemas territoriais que potenciem interações em

múltiplas escalas. No centro das atuações, está a necessidade de facilitar uma cultura de resiliência nas esferas do estado, das organizações e dos indivíduos. (p. 383)

Incentiva-se, portanto, que projetistas, planejadores e o poder público repensem o planejamento e ocupação territorial de forma a considerar e valorizar iniciativas projetuais resilientes como resposta à injustiça ambiental e outras formas de opressão presentes nas periferias da cidade. Soluções baseadas na Natureza, quando projetadas em conjunto com comunidades e associadas ao conceito de Justiça Ambiental, podem possibilitar o pensar em outro(s) urbanismo(s) e formas de conviver com a natureza no meio urbano de forma menos desigual e mais democrática, através de práticas e equipamentos não somente mais sustentáveis, mas que envolvam também cultura, afeto e ancestralidade de populações locais. Visando a continuidade dos projetos e o envolvimento de moradores do entorno de SBNs, é interessante a participação de empresas, fundações e organizações não governamentais ocorrer em um diálogo horizontal, sem a imposição vertical de técnicas, metodologias e soluções, incentivando a autonomia dos envolvidos e proporcionando a apropriação e replicabilidade. Como último ponto, ressalta-se a importância do reconhecimento de comunidades e grupos sociais na democratização de Soluções Baseadas na Natureza, a fim de semear projetos inclusivos que vão na contramão de um urbanismo excludente, feitos por e para mais camadas da sociedade, ampliando o acesso a um meio ambiente sadio e seguro.

AGRADECIMENTOS

Aos colaboradores da pesquisa, especialmente às lideranças comunitárias e agricultoras urbanas que gentilmente cederam seu tempo, conhecimento e possibilitaram a realização de entrevistas e desta pesquisa como um todo. Aos colegas da extensão universitária da FAUUSP e do Coletivo Caetés, que contribuíram com ideias e força de vontade em projetos participativos que ainda estão por vir na Vila Nova Esperança. À Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo pela bolsa concedida por meio do Programa Unificado de Bolsas de Estudos para Estudantes de Graduação (PUB), Vertente Pesquisa (Edital 2020/2021).

REFERÊNCIAS

- AAZL - Associação de Agricultores da Zona Leste. (n.d.). **Quem somos**. Recuperado de <https://agricultoreszonaleste.org.br/>.
- Acselrad, H., Mello, C. C. D. A. & Bezerra, G. D. N. (2009). **O que é Justiça Ambiental**. 1a ed. Rio de Janeiro, RJ: Garamond.
- Arce, P. A., Pendloski, C. J. S., Oliveira, R. B., Gallardo, A. L. C. F. & Ruiz, M. S. (2014). Conflitos socioambientais em unidades de conservação em áreas urbanas: o caso do Parque Tizo em São Paulo. **Revista Holos**, 30 (1).
- Artman, M. & Sartison, K. (2018). The Role of Urban Agriculture as a Nature-Based Solution: A Review for Developing a Systemic Assessment Framework. **Sustainability**, 10(6):1937. doi:10.3390/su10061937.
- Biazoti, A. R. (2020). **Engajamento político na agricultura urbana: a potência de agir nas hortas comunitárias de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Ecologia de Agroecossistemas, Universidade de São Paulo, Piracicaba. doi:10.11606/D.91.2020.tde-09032020-170856.
- Bullard, R. (2005). Ética e racismo ambiental. **Revista Eco 21**, XV (98). Recuperado de <http://www.eco21.com.br/textos/textos.asp?ID=996>.
- CAU/BR & Instituto Datafolha. (2015). 2. **Como o brasileiro constrói**. Pesquisa CAU/BR Datafolha. Recuperado de <https://www.cau.br.gov.br/pesquisa2015/como-o-brasileiro-constrói/>.
- Cidades Sem Fome. (2021). **Sobre a organização**. Recuperado de <https://cidadessemfome.org/pt-br/>.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland, Switzerland: IUCN.
- Corburn, J. (2007). Community knowledge in environmental health science: co-producing policy expertise. **Environmental Science & Policy**, 10(2), 150-161.
- D'andrea, T. (2020). Contribuição para a definição dos conceitos periferia e sujeitos e sujeitas periféricos. **Novos Estudos - CEBRAP**, 39, 19-33, jan-abr.
- Esperança, L. **Entrevista 2**. [jun. 2021]. Entrevistador: Babette Fernandes Martins da Costa. São Paulo, 2021, 1 arquivo .mp3 (40 min.).
- Fraga, R. G. & Sayago, D. A. V. (2020). Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Parcerias Estratégicas**, 25(50), 67-82.
- Gonçalves, C. (2017). Regiões, cidades e comunidades resilientes: novos princípios de desenvolvimento. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 9(2), 371-385.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2000). Pesquisa nacional por amostra de domicílios 1999 [CD-ROM]. **Microdados**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). **IBGE propõe debate de nova classificação para os espaços rurais e urbanos**. Agência IBGE Notícias. Recuperado de <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/15003-ibge-propoe-debate-de-nova-classificacao-para-os-espacos-rurais-e-urbanos>.
- Laituri, M. & Kirby, A. (1994). Finding Fairness in America's Cities? The Search for Environmental Equity in Everyday Life. **Journal of Social Issues**, 50(3).
- LSBN - Laboratório De Soluções Baseadas Na Natureza. Laboratório da Poli-USP busca inspiração na natureza para propor soluções para construção civil. (n.d.). **Site da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**. Recuperado de <https://www.poli.usp.br/noticias/48615-laboratorio-da-poli-usp-busca-inspiracao-na-natureza-para-propor-solucoes-para-construcao-civil.html>.

- Maricato, E. (2015). **Para entender a crise urbana**. São Paulo, SP: Expressão Popular.
- Martins, G. A. (2008). Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. RCO – **Revista de Contabilidade e Organizações**, FEARP/ USP, 2(2), 8-18. Recuperado de <https://www.revistas.usp.br/rco/article/viewFile/34702/37440>.
- Noia, P. R. C. (2017). **Participação e qualidade do ambiente construído na habitação: processo e produto no programa Minha Casa Minha Vida - Entidades**. (Tese de Doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.16.2017.tde-22062017-151733.
- Oliveira, R. G. (2018). Práticas de saúde em contextos de vulnerabilização e negligência de doenças, sujeitos e territórios: potencialidades e contradições na atenção à saúde de pessoas em situação de rua. **Saúde e Sociedade** [online], 27(1), 37-50. doi: 10.1590/S0104-12902018170915.
- Renata. **Entrevista 3**. [jun. 2021]. Entrevistador: Babette Fernandes Martins da Costa. São Paulo, 2021, 1 arquivo .mp3 (16 min.).
- Rodrigues, L. S. (2020). **Representações sociais e injustiça ambiental: o gerenciamento de riscos no Conjunto Heliópolis-Gleba L-SP**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.106.2020.tde-08092020-144140.
- Rodrigues, P. N., Alcântara, V. C., Yamamoto, E. A. F. S., Campos, A. C. & Bacelar, A. S. (2021). Aprendendo com a natureza: uma revisão sobre Nature-Based Solutions (NBS). **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, 10, 417-436. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/352053936_Aprendendo_com_a_natureza_uma_revisao_sobre_Nature-Based_Solutions_NBS.
- Sebastiana. **Entrevista 1**. [jun. 2021]. Entrevistador: Babette Fernandes Martins da Costa. São Paulo, 2021, 1 arquivo .mp3 (34 min.).
- Stöberl, A. P. M., Diaz, L. T., Gadda, T. M. C. & Vellozo, L. D. (2019). Trajetória do conceito Soluções baseadas na Natureza e a relação com o Brasil: uma análise bibliográfica. **Anais**. XVIII ENANPUR. Natal. Recuperado de <http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1304>.
- IUCN - International Union For Conservation Of Nature. (2020), **Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS**. 1nd ed. Gland, Switzerland: IUCN. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/node/49070>.
- United States Environmental Protection Agency. (n.d.). **Environmental Justice**. Recuperado de <https://www.epa.gov/environmentaljustice>.
- Universidade de São Paulo. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. (2016). **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP**: parte II (APA) (3a ed.). São Paulo, SP: SIBiUSP. Recuperado de <http://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/112>.
- Vicente, P. M. & Lima, C. P. C. S. (2017). Parque Pinheirinho d'Água: a construção coletiva do espaço público. **Anais**. XVII ENANPUR. São Paulo. Recuperado de http://anpur.org.br/xviiienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%2011/ST%2011.2/ST%2011.2-05.pdf.
- Yin, R. K. (2001). **Estudo de Caso, planejamento e métodos**. (2a ed.). São Paulo, SP: Bookman.

Babette Fernandes Martins da Costa

Graduanda e Pesquisadora de Iniciação Científica no Curso de Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8213-3506>

babettecosta@usp.br

Tatiana Sakurai

Docente nos Cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo e de Design da FAUUSP. Orientadora credenciada no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5769-7492>

tsakurai@usp.br

Recebido em: 08/08/2021.

Aceito em: 05/12/2021.