

# Desenhando cidades com Soluções baseadas na Natureza

Alejandra Maria Devecchi<sup>1</sup>, Alyne Cetrangolo Chirmici<sup>2</sup>, Cristina Simonetti<sup>3</sup>, Thiago Bezerra Corrêa<sup>4</sup>

## Resumo

O presente artigo expõe uma reflexão a respeito das Soluções baseadas na Natureza (SbN) na atual conjuntura e aponta oportunidades no contexto metropolitano para mudanças relacionadas ao tema. Discute, ainda, o surgimento da pandemia de Covid-19 e o apresenta como desequilíbrio da espécie, marcando um cenário possível de ponto de mutação. Do ponto de vista de Capra (1982), há uma crise de percepção da realidade que impera desde o final do século 18. A região metropolitana de São Paulo é apresentada como local de oportunidade para a implementação de

## Abstract

*This paper discusses nature-based solutions (NBS) in the current context and indicates opportunities in metropolitan context for change. It discusses the emergence of the pandemic Covid-19 and presents it as an imbalance of the species, a possible scenario of a turning point. According to Capra (1982), there is a crisis of reality perception that has prevailed since the late of 18th century. The metropolitan region of São Paulo is presented as a place of opportunity for the implementation of NBS due to the environmental characteristics of its site, with a large profusion of water resources and serious water management*

- 1 Arquiteta urbanista, com doutorado em planejamento urbano pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) em 2010, mestrado em planejamento do desenvolvimento urbano pela *University College London* (UCL) e especialização em política habitacional pelo *Institute of Housing Studies*, Rotterdam. Gerente de Planejamento Urbano da Ramboll Brasil em São Paulo (SP).
- 2 Bióloga pelo Centro de Ciências Humanas e Biológicas da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e engenheira ambiental pela Faculdade de Engenharia Engenheiro Celso Daniel (Faeng) do Centro Universitário Fundação Santo André. Consultora Ambiental da Ramboll Brasil.
- 3 Bióloga pela Faculdade de Ciências Exatas e Experimentais (FCEE) da Universidade Presbiteriana Mackenzie, mestre em Geologia pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP) e doutora em Ecologia pelo Instituto de Biociências da USP. Gerente de Avaliação de Impactos da Ramboll Brasil (São Paulo, SP).
- 4 Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e mestre em Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp. Consultor Ambiental da Ramboll Brasil.

SbN, em razão das características ambientais do seu sítio com grande profusão de recursos hídricos e graves problemas de gestão de suas águas. Essa reflexão aponta que o sucesso das SbN depende de um planejamento urbano que crie sinergias entre as soluções apresentadas.

**Palavras-chave:** Soluções baseadas na Natureza. Gerenciamento de água. Ecossistema urbano. Região metropolitana de São Paulo.

*problems. This reflection points out that the success of NBS depends on urban planning that creates synergies between the solutions presented.*

**Keywords:** *Nature based Solutions. Water management. Urban ecosystem. Metropolitan Region of São Paulo.*

## Introdução

Soluções baseadas na Natureza (SbN) têm entre seus objetos os problemas relacionados com o manejo das águas em áreas urbanas, reconhecendo a natureza e seus processos, essencialmente o ciclo d'água, como elementos fundamentais na construção do aglomerado urbano e, do mesmo modo, substituindo as intervenções humanas poluidoras ou ambientalmente agressivas por práticas ecológicas, inspiradas em ecossistemas saudáveis. Entre outros exemplos de SbN, podem ser citados: arborização urbana; manutenção de planícies aluviais e traçados fluviais originais; sistema de áreas verdes vinculados a paisagens com água; infraestruturas verde e azul; e paredes e telhados verdes.

Segundo Cohen-Shacham *et al.* (2016), as SbN são um conceito guarda-chuva, edificado em princípios que abrangem abordagens práticas, de domínio científico e do contexto político. As SbN ainda:

- i. englobam normas de conservação da natureza (e princípios);
- ii. podem ser implementadas sozinhas ou de maneira integrada com outras soluções para desafios da sociedade (por exemplo, soluções tecnológicas e de engenharia);
- iii. são determinadas por contextos naturais e culturais específicos de cada lugar e que incluem conhecimento tradicional, local e científico;

- iv. trazem benefícios à sociedade de forma justa e igualitária, de maneira a promover transparência e ampla participação;
- v. mantêm a diversidade biológica e cultural e a capacidade dos ecossistemas evoluírem ao longo do tempo;
- vi. são aplicadas em escala paisagística;
- vii. reconhecem e endereçam os custos-benefícios (*trade-offs*) entre ganhos econômicos imediatos e soluções com resultados futuros, para a geração de uma gama de serviços ecossistêmicos;
- viii. são parte integrante do desenvolvimento de políticas e medidas ou ações que endereçam a desafios específicos.

De fato, conforme Herzog & Antuña-Rozado (2019), as SbN podem ser adotadas em várias escalas, desde projetos-pilotos pontuais a intervenções em escala de bairros ou estruturantes, que alcancem, pelo menos, o território do município.

Este artigo discute a aplicação das SbN em grandes aglomerações urbanas, usando como contexto a amplamente debatida Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que sofre com os conflitos impostos por soluções urbanas agressivas ao meio ambiente. As SbN vão além dos seus benefícios intrínsecos, práticos e diretos e têm cada vez mais espaço nos debates de prefeituras e governos estaduais sobre gestão de águas em áreas urbanas.

## As Soluções baseadas na Natureza e a região metropolitana de São Paulo

A perspectiva de adoção dessas soluções em escala intermunicipal, sobretudo nos centros urbanos, ganha força num momento em que a sociedade urbana capitalista questiona suas formas de organização e sua inserção nos ecossistemas, provocada pela pandemia de Covid-19. Nos primeiros meses do ano de 2020, muito tem se debatido sobre os desequilíbrios presentes no ecossistema urbano, conceito apresentado por Wolman (1965). A pandemia de Covid-19 iluminou questionamentos antigos e reiterados sobre soluções urbanas pautadas em

intervenções drásticas na natureza, como retificações e canalizações de cursos d'água, grandes movimentos de terra com alteração da morfologia natural dos terrenos, além de corte de árvores e de florestas.

Por outro lado, nos últimos anos, as regiões metropolitanas brasileiras têm sido atingidas, com frequência, por desastres provocados por processos naturais desencadeados e intensificados pela ocupação inadequada, como deslizamentos de encostas, inundações e enxurradas, com perda de vidas, antecipando a urgência de mudanças radicais.

Em um exemplo recente, a estruturação da RMSP, maior metrópole da América Latina e centro econômico do País, no temporal de 10 de fevereiro de 2020, foi colocada à prova, com transbordamentos dos rios Pinheiros e Tietê. Além dos alagamentos serem um processo natural, já que parte considerável da metrópole se insere em amplas planícies de inundação, a alteração do regime pluvial e a concentração das chuvas em poucos eventos ao longo do ano são uma realidade (NOBRE *et al.*, 2010), apontando oportunidades de mudança, por meio da revisão dos modelos tradicionais de infraestrutura de gestão de águas urbanas e da introdução de sistemas que permitam conviver com a água. Os dois grandes rios são o nível de base local e recebem parte considerável de toda a macrodrenagem da região metropolitana, com exceção das águas da bacia hidrográfica do ribeirão Perú, que correm para o norte.

Na atualidade, uma questão fundamental em infraestrutura é a de “incorporar” o ciclo d'água no território urbano, permitindo que as águas infiltrem nos terrenos e evaporem na mesma área. Criar espaços com essa função no tecido urbano é essencial para equacionar a transição para as SbN, que conjugam o gerenciamento das águas com paisagismo, integrando o ambiente urbano ao ciclo d'água, por meio do aumento das áreas de infiltração e evapotranspiração. As SbN constituem também uma saída para os problemas crescentes de poluição difusa e de drenagem nas regiões metropolitanas. Por exemplo, a criação de parques e áreas verdes, além de menos dispendiosa que a construção de piscinões, é constantemente citada como instrumento de melhoria da qualidade de vida da população urbana e fundamental para a atenuação dos impactos causados pela urbanização ao ambiente (LOBODA; ANGELIS, 2005; LIMA; AMORIM, 2006). Quando criados em áreas ribeirinhas ou associados a lagos, os parques, sobretudo os que preservam vegetação arbórea, conferem à área, no mínimo, o mesmo benefício de um piscinão, mas sem causar os diversos problemas da estrutura construída.

No Brasil, ainda há muita resistência em utilizar esse tipo de solução. Há uma tradição na engenharia que se perpetua no ensino e nos encaminhamentos dados pelos órgãos governamentais, no uso de soluções estruturais de drenagem. As Soluções baseadas na Natureza são uma oportunidade para a implementação de uma mudança de paradigma na gestão de águas urbanas.

## A espécie humana é parte do sistema

O nome do processo ecológico que está subjugando a espécie humana, em especial as populações numerosas e densas (e pouco saudáveis) de *Homo sapiens*, é parasitismo, uma interação entre espécies, na qual uma delas, a hospedeira ou parasita, usa temporária ou permanentemente recursos da hospedeira, prejudicando-a.

A interação é entre as *populações* do parasita e do hospedeiro e depende de numerosos fatores, particularmente complexos no caso da espécie humana. A resistência dos indivíduos ao parasita varia na população e aqueles mais vulneráveis, sejam quais forem os motivos, são os mais severamente afetados. É assim, de forma simplista e generalizada, que atuam os mecanismos de “controle biológico das populações” que não crescem indefinidamente. Sem entrar na complexidade do tema, muito estudado nas ciências biológicas<sup>5</sup>, a densidade da população de hospedeiros é um fator relevante na dinâmica da população dos parasitas.

No caso de parasitas com alto potencial de dispersão pelo hospedeiro (*i.e.* muito contagiosos), como o novo coronavírus da Síndrome Respiratória Aguda Grave 2 (SARS-CoV-2), a agregação dos indivíduos é outro fator fundamental: populações densas e agregadas de hospedeiros dispersam melhor os parasitas. Cidades densamente e mal ocupadas são mais propensas à proliferação do parasita. E a circulação maciça de hospedeiros pelo planeta, por milhares de quilômetros, é uma oportunidade para que o parasita alcance e afete outras populações, igualmente densas e inadequadamente agregadas.

Por quanto tempo uma população pode crescer sem qualquer tipo de controle? Há muito superamos os controles, mesmo os biológicos, ampliamos muito nossa capacidade de sobrevivência, ocupando espaços, alterando formas e processos do relevo, usando recursos e deixando resíduos em praticamente todo o planeta, desde as regiões mais profundas dos oceanos a muito além da biosfera. Desconsideramos limites e nos tornamos vulneráveis. Criamos condições para o que estamos vivendo. Essa é a dinâmica do sistema. Assim, a pandemia segue em direção a um novo equilíbrio, que é sempre dinâmico. Mas é também uma oportunidade de percebermos que somos parte (recente) do sistema. É hora de reconsiderar o sistema e respeitar sua dinâmica e seus limites.

A pandemia de Covid-19 vem alterando a relação da sociedade com o ambiente urbano e tornando patente nossa condição de hospedeiros. No Brasil, o primeiro caso confirmado é de um homem de 61 anos que desembarcou no Aeroporto Internacional de Guarulhos, em

---

5 Ainda que levantado por um economista, Thomas Malthus, do início do século 19.

21 de fevereiro de 2020 (RODRIGUEZ-MORALES *et al.*, 2020). Conforme noticiado pelo Le Monde (2020), apenas dois meses foram suficientes para a pandemia atingir todos os Estados da Federação e levar a maior parte dos sistemas de saúde quase à saturação. Como esperado, as populações densas e agregadas dos grandes centros urbanos são as mais afetadas.

As medidas de curto prazo, indicadas pela Organização Mundial da Saúde, para conter as taxas de contágio pela SARS-CoV-2 são, basicamente: distanciamento social, higiene pessoal e manter-se informado com base em fontes oficiais (OMS, 2020). De fato, medidas de distanciamento social são importantes para reduzir a taxa de contaminação e atrasar o pico da pandemia (FERGUNSON *et al.*, 2006; GERMANN *et al.*, 2006). Por isso, as medidas preventivas recomendadas pela OMS (2020) vêm sendo mantidas por vários governos.

Segundo Capra (1982), desde o século 20, passamos por uma crise multidimensional (de saúde e meios de vida, ambiental, de relações sociais, econômica, tecnológica e política) e, por isso, o ecossistema planetário está prestes a alcançar o Ponto de Mutação, ou seja, sob a óptica das ciências biológicas, a população humana caminhando para um novo equilíbrio dinâmico. Seguindo esta análise do autor, é fundamental incorporar uma visão holística de realidade que considere a interrelação e interdependência de todos os fenômenos – físicos, biológicos, fisiológicos, sociais e culturais. Assim, a pandemia de Covid-19 é um possível Ponto de Mutação, capaz de mudar a percepção da sociedade como um todo e direcionar o sistema planetário para uma mudança de paradigma. Nesse contexto, a “renaturalização” de ambientes urbanos assume papel fundamental para construir uma nova perspectiva, de médio e longo prazo, mais adequada à dinâmica e às restrições do sistema planetário.

## Ponto de mutação: crise sanitária como forma para repensar a organização da sociedade nas grandes metrópoles

O livro “Ponto de Mutação”, de Capra (1982), supracitado, descreve uma crise de percepção do mundo ocidental pautada numa visão cartesiana e mecanicista, que fragmenta a realidade para dominá-la e compreendê-la. Essa crise de percepção estruturou a maior metrópole da América Latina com uma mancha urbana de 1.796 km<sup>2</sup>, onde, no período de 1990 a 2010, houve um incremento de 68%, enquanto o aumento populacional não passou dos 20%. Esse fenômeno de dispersão populacional sustentou, durante décadas, a mão de obra mais barata do mundo como vantagem competitiva única perante o resto do mundo ocidental e com insuficientes políticas públicas de habitação, saúde e educação (DÉAK, 1991). Esse processo de crescimento da

mancha urbana esteve associado à reprodução de um padrão de ocupação pautado na invasão da terra e na autoconstrução como forma de viabilizar o direito à moradia. Essa mesma crise de percepção, tinha, em 1930, criado um plano de utilização da estrutura territorial dos rios como base para a implementação de um sistema de avenidas, onde os rios foram canalizados como suporte do sistema viário (TOLEDO, 1996). Essas soluções urbanas, a serviço de um modelo de desenvolvimento que envolvia manter, com baixo custo de reprodução, a mão de obra como forma de atração do capital industrial internacional, estruturaram as principais metrópoles brasileiras. Se, por um lado, com a inserção da China na economia global, a mão de obra mais barata de mundo não conseguiu ser sustentada, por outro, as cidades perduraram com suas estruturas obsoletas e inadequadas. A solução urbana que, nos anos 70, permitiu ao Brasil ser a sétima economia do mundo, permanece presente nas cidades brasileiras (DÉAK, 1991), sendo, entretanto, na atualidade, um entrave ao desenvolvimento e um elemento que perpetua disfuncionalidades materializadas pelos seguintes processos:

- Expansão urbana indiscriminada, invadindo as áreas de preservação ambiental, como encostas e córregos, na forma de cidade informal e segregação social (MEYER *et al.*, 2004);
- Dispersão das populações com densidades demográficas inferiores a 100 habitantes por hectares (hab/ha) (DEVECCHI, 2010);
- Dissociação espacial da localização dos empregos e da moradia;
- Ocupações informais que avançam sobre áreas de preservação ambiental;
- Concentração dos empregos nas áreas centrais; e
- Deslocamentos diários longos e graves congestionamentos de veículos.

Um estudo feito em 2013, pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (PEREIRA; SCHWANEN, 2013), sobre deslocamento casa-trabalho, aponta, por exemplo, que São Paulo é a segunda região metropolitana, depois de Shanghai (China), com deslocamentos mais longos casa-trabalho. Além disso, em São Paulo e no Rio de Janeiro, as viagens são quase 31% mais longas que a média das demais regiões metropolitanas pesquisadas. A proporção de trabalhadores que fazem viagens casa-trabalho muito longas - com mais de uma hora de duração - também aumentou consideravelmente, chegando a quase 25% de todas essas viagens em algumas áreas metropolitanas. Logo, a principal variável determinante desta questão é o tamanho da dissociação das localizações entre emprego e moradia.

A região metropolitana de São Paulo apresenta, na atualidade, em média, uma relação de 0,46 empregos por habitante, quando deveria girar em torno de 2 para 1. Porém, quando analisamos a sua distribuição na mancha urbana, vemos que há uma significativa concentração na área delimitada pelos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, onde verifica-se, em alguns locais, até 7 empregos por habitante, enquanto na maior parte da cidade esta relação é inferior a 0,46. A localização do emprego é uma variável determinante da dinâmica urbana porque define o tipo do principal deslocamento a que a população economicamente ativa está submetida, com uso intensivo dos transportes públicos e das infraestruturas dos locais de emprego.

Essa situação se repete em todas as grandes metrópoles terciárias. O emprego no setor comercial está concentrado nas áreas centrais e o setor de serviços está associado à localização da renda alta. Essa concentração de empregos não está acompanhada de concentração de população. Enquanto os empregos se manifestam com densidades médias da ordem de 500 empregos/ha, podendo chegar a 1000 empregos/ha como, por exemplo, na Avenida Paulista, as densidades demográficas nesses setores não passam de 150 hab/ha. A população está dispersa por toda a mancha urbana, não havendo relação de correspondência entre emprego e moradia.

A expansão urbana indiscriminada, avançando sobre áreas de preservação ambiental, é o retrato da desvalorização do sítio. A viabilidade de operacionalização das SbN aumenta à medida que houver um equilíbrio nesta dinâmica urbana, com densidades demográficas que permitam investimentos eficientes em infraestrutura, aproximando a população do seu local de emprego e com a possibilidade de criação de sistemas de áreas verdes que tirem proveito das várzeas e das áreas de preservação ambiental. O sucesso das SbN como política pública está intimamente associado à mudança do modelo urbano e deve estar ancorado no reconhecimento das oportunidades presentes no sítio urbano.

## As SbN e as oportunidades na cidade de São Paulo

Grande parte da cidade de São Paulo insere-se em terrenos aluviais recentes, depósitos holocênicos que formam as extensas planícies e terraços do rio Tietê e de seus principais tributários. Cursos menores da bacia - do Alto Tietê - também formam planícies aluviais relativamente amplas, muitas esculpidas em relevos colinosos modelados em sedimentos fluviais quaternários, porém mais antigos (pliocênicos a pleistocênicos), os argilitos, siltitos e arenitos argilosos da Bacia Sedimentar de São Paulo (COUTINHO 1967; ALMEIDA *et al.*, 1981, BISTRICHI *et al.*, 1981; MELO; PONÇANO, 1983).

Planícies aluviais, em especial as mais extensas, como as dos cursos principais do Alto Tietê, são terrenos heterogêneos e naturalmente dinâmicos em todos os aspectos: físico, químico e biológico. São depósitos não consolidados de argilas, areias de granulometria variada e cascalhos, geralmente dispostos em camadas alternadas. São mal ou excessivamente drenados: quase não há condições intermediárias. Pela natureza e dinâmica, são terrenos com limitações e, ao mesmo tempo, muito sensíveis à maior parte das formas de uso e ocupação.

As planícies aluviais dos grandes rios paulistanos são terrenos recentes do ponto de vista geológico, formados a pelo menos 10 mil anos e, desde então, constantemente remodelados pela dinâmica fluvial. As alterações mais marcantes não são, porém, frutos da dinâmica natural do sistema e são recentes, de fato, mesmo na escala histórica do tempo. Em menos de 100 anos, um instante geológico, suprimimos os meandros, reduzimos as calhas dos principais cursos d'água a canais retilíneos e retiramos da paisagem quase todos os seus tributários, que passaram a correr confinados nas centenas de quilômetros de dutos subterrâneos. Acabamos com as águas, que todavia continuam correndo nos subterrâneos da cidade, com fluxos contínuos e sufocados, e na superfície, nos leitos de asfalto das vias e sarjetas, muitas vezes, com fluxos torrenciais, verdadeiras corredeiras.

Neste processo de urbanização, ficaram demarcadas claramente as áreas de várzea, inicialmente abandonadas e desvalorizadas, depois ocupadas principalmente pelo complexo industrial paulistano associado a investimento em logística, como as ferrovias e as marginais viárias. Nas várzeas extensas, com vários quilômetros de largura, os rios eram originalmente meândricos. O sistema hidráulico criado pela Companhia Light, para a produção de energia, alterou completamente as feições naturais, retificando e canalizando ambos os rios, com o objetivo de viabilizar as usinas hidrelétricas do complexo. A produção de energia era fundamental num momento de início de industrialização e os sistemas hidrográficos foram usados para suprir a demanda crescente.

Transformamos as águas dos rios em efluentes urbanos, colonizados por centenas de espécies de bactérias, fungos e outros organismos e, ainda, saturados por uma miríade de substâncias de origem e natureza variadas, muitas delas persistentes, adicionadas em volumes gigantescos, a cada minuto, por milhares de fontes pontuais e difusas. Mesmo as cabeceiras de drenagem, esculpidas nos relevos mais antigos de montanhas e serras sustentados por rochas pré-cambrianas, não foram totalmente poupadas da degradação. Onde preservadas e com florestas naturais densas, ainda são fundamentais para a recarga dos aquíferos e para a qualidade e quantidade das águas superficiais e subsuperficiais que drenam a metrópole.

Ainda a densa e complexa rede de drenagem que marca as feições morfológicas não é percebida por grande parte da população. Na margem esquerda do rio Tietê, temos os mais conhecidos: Água Branca, Sumaré, Pacaembú, Anhangabaú, entre outros. Na margem direita do rio Pinheiros, destacam-se: Verde, Iguatemi, Sapateiro, Uberaba, Traição, e Águas Espraiadas. Há alguns mais encaixados, como o córrego Sumaré, Pacaembú ou Anhangabaú, onde a urbanização, para poder vencê-los, teve de lançar majestosos viadutos.

Nas primeiras décadas do século 20, a necessidade de organizar a circulação de uma das cidades que mais crescia no mundo, transformava esses espaços geográficos em oportunidade para a instalação de um sistema de vias radiais e perimetrais: o Plano de Avenidas. Assim, muitos dos tributários dos rios Pinheiros e Tietê, na área de confluência, foram canalizados em estruturas fechadas, dando origem à boa parte das avenidas que estruturam o centro expandido da cidade de São Paulo. Na margem direita do rio Tietê, surgiram avenidas importantes, como Vinte e Três de Maio, Nove de Julho, Pacaembú, Sumaré, Pompeia, algumas denominadas a partir dos nomes originais dos cursos d'água que correm no seu subterrâneo.

Nos primeiros anos do século 21, houve, pela primeira vez, o início de uma mudança de percepção do sistema hídrico de São Paulo. O Plano Diretor Estratégico da Cidade de São Paulo (2002) introduziu o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos D'Água e Fundos de Vale, com o objetivo de considerar a rede hídrica estrutural como elemento orientador da urbanização. Os parques lineares, com a recuperação dos fundos de vale, constituem o principal eixo de ação do programa, restaurando a lógica ambiental da bacia hidrográfica. Correspondem, ainda, a uma nova diretriz infraestrutural, definindo faixas de utilidade pública ao longo dos cursos d'água, com o objetivo de disponibilizar uma instalação de área verde de recuperação ambiental e lazer, para uso público.

Os parques lineares ganham maior importância quando consideramos sua contribuição para atenuar a poluição difusa das cidades, que é um dos aspectos críticos no ambiente urbano, com impactos principalmente nas águas superficiais e na contaminação da água subterrânea. Tratar a poluição difusa é uma das oportunidades de implementação das SbN. A maioria das águas provenientes de drenagem urbana nas cidades brasileiras não recebe nenhum tipo de tratamento antes de atingir os corpos d'água. Segundo Taebi & Droste (2004), a descarga em um corpo d'água, a partir de um grande evento de chuva, pode ter um impacto maior que uma carga normal de esgoto sanitário. A operacionalização de uma infraestrutura urbana verde, como jardins suspensos, bacias de infiltração, jardins de chuvas e bacias de drenagem, é uma importante alternativa na redução e no controle dos impactos do escoamento de águas pluviais e de lixiviação do solo no ecossistema urbano.

Muito tem sido discutido nas últimas décadas sobre as adversidades na dinâmica de gerenciamento do leito de rios e de suas margens, sobretudo no território urbano, em virtude da complexidade e dos melindres do planejamento e gerenciamento desses espaços. As potencialidades dessas áreas, aliadas às normativas ambientais sobre seus usos, representam uma nova configuração para esses espaços. Neste sentido, destaca-se a definição de corredores verdes, apresentada por Ahern (2002), como sendo os sistemas e/ou redes de terrenos contendo elementos lineares que são projetados e gerenciados com múltiplos objetivos, incluindo ecológicos, hídricos, recreativos, estéticos e proteção de recursos culturais.

As áreas de várzea representam importantes espaços para o estabelecimento de parques lineares e a retomada do papel protagonista da água no território urbano. De acordo com Sanches (2007), “estas áreas podem ser revertidas em benefícios não só ambientais, como sociais, na criação de parques ecológicos, combinando a preservação da vida selvagem e áreas de lazer, esporte e educação ambiental. Entretanto, se isso não for possível nos centros urbanos mais adensados, a manutenção de uma qualidade mínima das águas dos rios e o aproveitamento de margens de rios e lagos para a criação de espaços livres, permitindo maior integração social, constitui diretrizes de projeto mais indicados”. O estabelecimento dessas áreas associa a recuperação dos recursos hídricos com o compromisso de transformação do território.

Entre os diversos parques estabelecidos em áreas de várzea está o Parque Ecológico do Tietê, localizado na Zona Leste do município de São Paulo. O Parque foi inaugurado em 1982 e abrange um complexo de lagos que auxiliam na preservação da fauna e flora da várzea do rio. No âmbito internacional, destaca-se o Bishan Ang Mo Kio Park, localizado em Singapura. O projeto envolveu a recuperação e naturalização do Rio Kallang que, no passado, havia sido canalizado, e integra a iniciativa *Active, Beautiful, Clean Waters* (ABC Water) que visa, a longo prazo, a ampliar os corpos d’água existentes no país em espaços que conciliem a revitalização com a preservação e o uso recreacional.

O manejo de águas pluviais com SbN, em detrimento de infraestrutura cinza, diminui o escoamento superficial e a carga de poluentes que são direcionados para o sistema de águas pluviais urbano. Por outro lado, as soluções cinzas de drenagem urbana são falhas porque não consideram, em sua concepção, os efeitos da amplificação das variações de regime nas vazões e seus impactos meio urbano (BURNS *et al.*, 2012). Dessa forma, os parques lineares são fundamentais para integrar soluções em locais e, conseqüentemente, trazem sinergia para alternativas instaladas nos lotes.

Em escala local, os telhados verdes, quando instalados isoladamente, possuem pouca efetividade no controle do pico de vazão de chuva, porém, quando aplicados conjuntamente, em escala

regional, reduzem significativamente a impermeabilização e proveem estoque adicional de águas pluviais (CARTER; JACKSON, 2007). Em Campinas (SP), IBIAPINA *et al.* (2011) avaliou não somente as contribuições para o sistema de drenagem como também o desempenho térmico dos telhados verdes. Ainda na escala predial, a adoção de múltiplas infraestruturas verdes potencializa o desempenho das SbN, sobretudo quando inseridas num planejamento urbano apropriado de iniciativas políticas não estruturais (WONG, 2006). Assim, soluções prediais de drenagem na fonte, integradas ao Plano Diretor Estratégico, como jardins de chuva, poço de infiltração, pavimento poroso etc., assumem papel importante no uso e na ocupação do solo urbano e impactam positivamente na conservação e melhoria na qualidade de água e no controle de inundações (REIS; ILHA, 2014).

Em escala regional, alternativas que suportam a sinergia das SbN para a retenção do escoamento da drenagem no território urbano são as zonas úmidas artificiais, denominadas *wetlands* construídos. Os *wetlands* também são responsáveis pela biodegradação ou imobilização da carga poluente da água, que varia de acordo com fatores como: a limpeza urbana e sua frequência; a bacia hidrográfica; a intensidade da precipitação, sua distribuição temporal e espacial e a época do ano; e do tipo de uso da área urbana (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2005; TUCCI, 2008), entre diferentes eventos de precipitação e também ao longo de um mesmo evento. A criação, a restauração e o gerenciamento dos *wetlands* também contribuem para a redução do risco de inundações, o funcionamento do ciclo do carbono e a regulação climática equilibrada, além de representarem benefícios recreativos e turísticos (KRCHNAK *et al.*, 2011). Um exemplo de *wetlands* em áreas urbanas é o Walthamstow Wetlands, uma área de reserva natural de 211 hectares em Londres, que representa um dos maiores *wetland* em área urbana da Europa. A reserva é responsável pelo fornecimento de água para 3,5 milhões de famílias no entorno de Londres e, desde 2017, é aberta para visitação, sendo também um importante atrativo turístico e recreacional.

Seja criando e restaurando parques, construindo *wetlands* ou na arborização de vias e passeios, as SbN são particularmente oportunas em São Paulo. As condições são altamente favoráveis ao desenvolvimento da vegetação e as plantas estabelecem-se em qualquer superfície, em fendas e rachaduras de edifícios, passeios e vias, fios e cabos aéreos, telhados e em vários outros substratos improváveis. Usando as espécies adequadas, as possibilidades são imensas, em especial, se plantadas as nativas, já que contamos com uma das maiores diversidades do planeta. Com isso, as SbN podem ser também formas alternativas (e efetivas) de conservação da biodiversidade, que depende cada vez mais do que consome, descarta e decide a população urbana, consumidora final de maior parte do que é extraído, produzido ou gerado fora das cidades.

A Floresta Atlântica, em cuja maior área contínua se insere a mancha urbana da RMSP, é reconhecidamente uma das mais diversas, em especial em plantas. Algumas áreas verdes no

interior da mancha urbana já são, na atualidade, pontos de ligação (*stepping stones*) para espécies de aves nativas que realizam pequenas migrações entre o litoral e o planalto. As SbN podem criar pontos de ligação e até corredores, ampliando a circulação de espécies, várias delas dispersoras de sementes daquelas nativas.

Por fim, as condições são oportunas também para que as SbN funcionem, onde necessário, como sistemas passivos de remediação de áreas contaminadas, uma vez que as plantas e, em especial os organismos que vivem nos ambientes das raízes, as rizosferas, são capazes de reter, eliminar ou transformar maior parte das substâncias que contaminam os terrenos urbanos.

## Considerações finais

Soluções baseadas na Natureza (SbN) são oportunidades de repensar a organização urbana das grandes metrópoles, reconhecendo a natureza e seus processos, particularmente o ciclo d'água, como elementos essenciais na construção do aglomerado urbano. Entre outros exemplos, podemos citar arborização urbana, manutenção de planícies aluviais e traçados fluviais originais, sistema de áreas verdes vinculados a paisagens com água, infraestruturas verde e azul, paredes e telhados verdes.

A crise planetária instaurada pela pandemia de Covid-19 constitui um ponto de mutação, ou seja, do ponto de vista biológico, representa a população humana caminhando para um novo equilíbrio dinâmico. Assim esta situação será capaz de mudar a percepção da sociedade como um todo e direcionar o sistema planetário para uma mudança de paradigma. Há muito superamos os controles, mesmo os biológicos, ampliamos muito nossa capacidade de sobrevivência, ocupando espaços, alterando formas e processos do relevo, usando recursos e deixando resíduos em praticamente todo o planeta, desde as regiões mais profundas dos oceanos a muito além da biosfera. Desconsideramos limites e nos tornamos vulneráveis. Criamos condições para o que estamos vivendo. Essa é a dinâmica do sistema. Assim, a pandemia segue em direção a um novo equilíbrio, que é sempre dinâmico, mas é também uma oportunidade de percebermos que somos parte (recente) do sistema. É hora de reconsiderar o sistema e respeitar sua dinâmica e seus limites.

Neste contexto, a “renaturalização” de ambientes urbanos assume papel fundamental para construir uma nova perspectiva de médio e longo prazo, mais adequada à dinâmica e às restrições do sistema planetário. Segundo Cohen-Shacham *et al.* (2016), o maior desafio atual é operacionalizar as SbN. A mudança somente será possível com a combinação de algumas ações iniciais:

- elaborar um plano de macrodrenagem que combine ações estruturais e não estruturais com a incorporação dos sistemas de áreas verdes dos municípios como suporte do todo;
- elaborar projetos-piloto, iniciando um modelo combinado numa sub-bacia, que tenha potencial para o desenvolvimento de áreas verdes e conte com organizações sociais com vontade de mudança. Uma possibilidade diz respeito à bacia do ribeirão Iguatemi, desde a cabeceira, na avenida Paulista, até sua desembocadura no rio Pinheiros, usando recursos da operação urbana consorciada Faria Lima;
- envolver, na formulação desses projetos inovadores de SBN, o corpo técnico das prefeituras dos municípios;
- mobilizar formadores de opinião;
- fazer projetos com métodos que promovam participação da sociedade; e
- capacitar os corpos técnicos das prefeituras, de modo que se sintam aptos a receber e avaliar os projetos.

## Referências

AHERN, J.F. **Greenways as strategic landscape planning: theory and application**. 2002. (Dissertação) - Wageningen University, Wageningen. Disponível em: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/318380>

ALMEIDA, F.F. *et al.* **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Divisão de Minas e Geologia Aplicada, 1981. Publicação IPT 1184. Nota Explicativa, 1981. 69 p. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/mapa-geologico-do-estado-de-sao-paulo-escala-1500-000/oclc/46749514>

BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O. Hidrologia urbana e drenagem. **In: SEMINÁRIO QUALIDADE DAS ÁGUAS**, 1., Belo Horizonte. **Anais eletrônico...** Belo Horizonte: UFMG - Escola de Engenharia - Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, 2005.

BISTRICHI, C. A. *et al.* **Mapa geológico do estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. Publicação IPT 1184. Volume II, 1981. Disponível em: <https://www.worldcat.org/title/mapa-geologico-do-estado-de-sao-paulo-escala-1500-000/oclc/46749514>

BURNS, M.J.; FLETCHER, T.D.; WALSH, C.J.; LADSON, A.R.; HATT, B.E. Hydrologic shortcomings of conventional urban stormwater management and opportunities for reform. **Landscape and urban planning**, v. 105, n. 3, p. 230-240. 2012. Disponível em: 230-240. 10.1016/j.landurbplan.2011.12.012. CAPRA, F. **The turning point: Science, society, and the rising culture**. Bantam: 1982. 464 p.

CARTER, T.; JACKSON, C.R. Vegetated roofs for stormwater management at multiple spatial scales. **Landscape and urban planning**, v. 80, n. 1-2, p. 84-94. 2007. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.580.4554&rep=rep1&type=pdf>

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. (eds.) **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland, Switzerland: IUCN - International Union for Conservation of Nature. xiii + 97p, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>

COUTINHO, J.M.V. **Mapa geológico de São Paulo e arredores**. Escala 1:100.000, 1967. Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/bigusp/article/view/1902>

DÉAK, C. Acumulação entravada no Brasil e a crise dos anos 80. **Espaço & Debate** n. 32, São Paulo: Neru, 1991. Disponível em: [http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c\\_deak/CD/3publ/01dossiebrasil/bib/dea2-ace/index.html](http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/c_deak/CD/3publ/01dossiebrasil/bib/dea2-ace/index.html)

DEVECCHI, A.M. **Reformar não é construir. A reabilitação de edifícios verticais: em: formas de morar em São Paulo no Século XXI**. 2010. Tese (Doutorado em Habitat) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: doi:10.11606/T.16.2010.tde-15062010-132024.

FERGUSON, N.M.; CUMMINGS, D.A.; FRASER, C.; CAJKA, J.C.; COOLEY, P.C.; BURKE, D.S. Strategies for mitigating an influenza pandemic. **Nature**, v. 442, n. 7101, p. 448-452, 2006. Disponível em: doi:10.1038/nature04795

GERMANN, T.C.; KADAU, K.; LONGINI, I.M.; MACKEN, C.A. Mitigation strategies for pandemic influenza in the United States. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n.15, p.5935-5940, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0601266103>

HERZOG, C.P.; ANTUÑA-ROZADO, C. The EU - Brazil Sector Dialogue on nature-based solutions: Contribution to a Brazilian roadmap on nature-based solutions for resilient cities. *In*: FREITAS, T.; WIEDMAN, G.; ENFEDAQUE, J. (eds.) **Nature-based solutions for resilient cities: from research to innovation and implementation**, 136 p., 2019. Disponível em: <https://oppla.eu/sites/default/files/docs/EU-Brazil-NBS-dialogue-2409-light.pdf>

IBIAPINA, M.B.; DA SILVA, V.G.; DE OLIVEIRA ILHA, M.S.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. Pesquisa experimental para avaliar a qualidade da água e a capacidade de retenção de água pluvial em coberturas verdes em Campinas-Brasil. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v.1, n. 6, p. 18-34. 2011. Disponível em: DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v1i6.8634484>

KRCHNAK, K.; SMITH, M.; DEUTZ, A. Putting nature in the nexus: investing in natural infrastructure to advance water-energy food security. *In: The Water, energy and food security nexus – solutions for the green economy background papers for the stakeholder engagement process*. Bonn, Germany: IUCN and The Nature Conservancy, 2011. 8 p. Disponível em: [https://www.iucn.org/downloads/nexus\\_report.pdf](https://www.iucn.org/downloads/nexus_report.pdf)

LE MONDE. **Coronavirus**: au Brésil, “nous sommes à la limite de la barbarie”. Disponível em: [https://www.lemonde.fr/international/article/2020/04/24/coronavirus-au-bresil-nous-sommes-a-la-limite-de-la-barbarie\\_6037594\\_3210.html](https://www.lemonde.fr/international/article/2020/04/24/coronavirus-au-bresil-nous-sommes-a-la-limite-de-la-barbarie_6037594_3210.html), 2020. Acesso em 02 de maio de 2020.

LIMA, V.; AMORIM, M.C.C.T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Formação (Online)**, v. 1, n. 13, 2006. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/view/835/849>

LOBODA, C.R.; ANGELIS, B.L.D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. **Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v.1, n.1, p. 125–139, 2005. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/download/157/185>

MELO, M. S.; PONÇANO, W.L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozoicos do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT (Série Monografias 9). 1983.

MEYER, R.M.P.; GROSTEIN, M.D.; BIDERMAN, C. **São Paulo MetrÓpole**. São Paulo: EDUSP/I ESP, 2004. 290 p.

NOBRE, C.A. *et al.* **Vulnerabilidade das megacidades brasileiras as mudanças climáticas**: região metropolitana de São Paulo. Sumário Executivo. CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, FM/USP, IPT, UNESP-Rio Claro, 2010. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/1\\_megacidades.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/1_megacidades.pdf)

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Protecting yourself and others from the spread COVID-19**. Disponível em: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>, 2020.

PEREIRA, R.H.M.; SCHWANEN, T. **Tempo de deslocamento casa-trabalho no Brasil (1992-2009):** Diferenças entre Regiões Metropolitanas, níveis de renda e sexo. Brasília: IPEA, 2013. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=16966](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=16966)

REIS, R.P.A.; ILHA, M.S. de O. Comparação de desempenho hidrológico de sistemas de infiltração de água de chuva: poço de infiltração e jardim de chuva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 79-90, abr./jun. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. Disponível em: 10.1590/S1678-86212014000200006

RODRIGUEZ-MORALES, A.J.; GALLEGO, V.; ESCALERA-ANTEZANA, J.P. *et al.* COVID-19 in Latin America: the implications of the first confirmed case in Brazil. **Travel Medicine and Infectious Disease**, 35: 101613. 2020. Disponível em: doi:10.1016/j.tmaid.2020.101613, 2020.

SANCHES, P.M. O papel dos rios na cidade contemporânea: dimensão social e ecológica. *In:* APP URBANA 2007. Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. São Paulo: FAUUSP, 2007. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/media/areas/urbanistico/arquivos/livroresumos.pdf>

SÃO PAULO (município). Gabinete do Vereador Nabil Bonduki. **Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo** – Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002. São Paulo, 2002. Disponível em: [http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aupo278/2014/2014.1%20Legisla%C3%A7%C3%A3o/S%C3%A3o%20Paulo%20Plano%20Diretor%20Estrat%C3%A9gico\\_Cartilha%20de%20Forma%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/au/aupo278/2014/2014.1%20Legisla%C3%A7%C3%A3o/S%C3%A3o%20Paulo%20Plano%20Diretor%20Estrat%C3%A9gico_Cartilha%20de%20Forma%C3%A7%C3%A3o.pdf)

TAEBI, A.; DROSTE, R.L. Pollution loads in urban runoff and sanitary wastewater. **Sci Total Environ**, n.327, p. 175-184, 2004. Disponível em: 10.1016/j.scitotenv.2003.11.015.

TOLEDO, B.L. **Prestes Maia e as origens do urbanismo moderno em São Paulo**. São Paulo: Empresa das Artes/ ABCP, 1996. 297p.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Estudos Avançados, São Paulo**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>

WOLMAN, A. The metabolism of cities. **Scientific American**, v. 213, n. 3, p. 178-193, 1965. Disponível em: <https://irows.ucr.edu/cd/courses/10/wolman.pdf>

WONG, T.H.F. Water sensitive urban design - the journey thus far. **Australian Journal of Water Resources**, v. 10, n. 3, p. 213-222, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13241583.2006.11465296>

