



Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água

Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis

Relatório
de Peritos
Independentes



Investigação
e inovação

Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis

Comissão Europeia

Direção-Geral da Investigação e da Inovação

Direção B — Planeta Saudável

Unidade B.3 — Clima e limites planetários

Contato: Tiago Freitas

Correio eletrónico tiago.freitas@ec.europa.eu
RTD-ENV-NATURE-BASED-SOLUTIONS@ec.europa.eu
RTD-PUBLICATIONS@ec.europa.eu

Comissão Europeia

B-1049 Bruxelas

Manuscrito completo em dezembro de 2020

Declaração de exoneração de responsabilidade: o conteúdo do presente documento não reflete a opinião oficial do Governo brasileiro nem da União Europeia. As informações e opiniões expressas neste documento são da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Estão disponíveis mais informações sobre a União Europeia na Internet (<http://europa.eu>).

Print	ISBN 978-92-76-29145-9	doi:10.2777/216596	KI-02-20-302-PT-C
PDF	ISBN 978-92-76-18446-1	doi:10.2777/850594	KI-02-20-302-PT-N

Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2022

© União Europeia, 2022



Reuso autorizado desde que a fonte seja reconhecida, de acordo com a Decisão 2011/833/UE (JO L 330, 14.12.2011, p. 39).

Para qualquer uso ou reprodução das fotos ou outro material que não esteja protegido pelos direitos de autor da União Europeia, permissão deve ser procurada junto dos detentores dos direitos de autor.

Imagem da capa: © Visual Generation, #338248360, #348620988, #313522853; 2020. Fonte: stock.adobe.com

Imagem das páginas 6, 13, 56, 105, 137, 161, 178, 198, 213 e 217: © Visual Generation, #338248360, #348620988; 2020.

Fonte: stock.adobe.com

Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água

Acelerando a transição para cidades mais sustentáveis

Editado por Cecilia Herzog, Tiago Freitas
e Guilherme Wiedman



GOVERNO FEDERAL

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

Ministro da Economia
Paulo Guedes

Secretário de Gestão do Ministério da Economia
Cristiano Rocha Heckert

Diretor Nacional da Iniciativa
Ganesh Inocalla

MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES

Ministro de Estado das Relações Exteriores
Ernesto Araújo

Chefe do Departamento da Europa
Carlos Luís Dantas Coutinho Perez

Chefe da Divisão Europa III
Marcela Pompeu de Sousa Campos

DELEGAÇÃO DA UNIÃO EUROPEIA NO BRASIL

Embaixador da União Europeia no Brasil
Ignacio Ybáñez

Primeira Secretária-Chefe do Setor FPI — Regional Team Américas
Maria Rosa Sabbatelli

Coordenador do Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil
Costanzo Fisogni

Consórcio Executor
CESO Development Consultants/WYG/Camões, I.P.

CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO

Presidente do CNMP e Procurador-Geral da República
Antônio Augusto Brandão de Aras

Conselheiro do CNMP e Presidente da Comissão de Defesa dos Direitos Fundamentais
Valter Shuenquener de Araújo

Membro Auxiliar da Comissão de Defesa dos Direitos Fundamentais (CDDF)
Maurício Andreiuolo Rodrigues

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

Ministro da Ciência, Tecnologia e Inovações
Marcos Pontes

Secretário de Pesquisa e Formação Científica
Marcelo Marcos Morales

Coordenação-Geral do Clima — CGCL
Daniela Mattar

CONTATOS

Direção Nacional da Iniciativa
+ 55 61 2020.8698
dialogos.setoriais@planejamento.gov.br
www.sectordialogues.org

Uso e Divulgação dos Dados

Os dados da presente proposta não deverão ser divulgados nem duplicados ou utilizados, no todo ou em parte, para qualquer outra finalidade que não a de avaliar a proposta.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, e não representam, necessariamente, o ponto de vista do Governo brasileiro e da União Europeia.

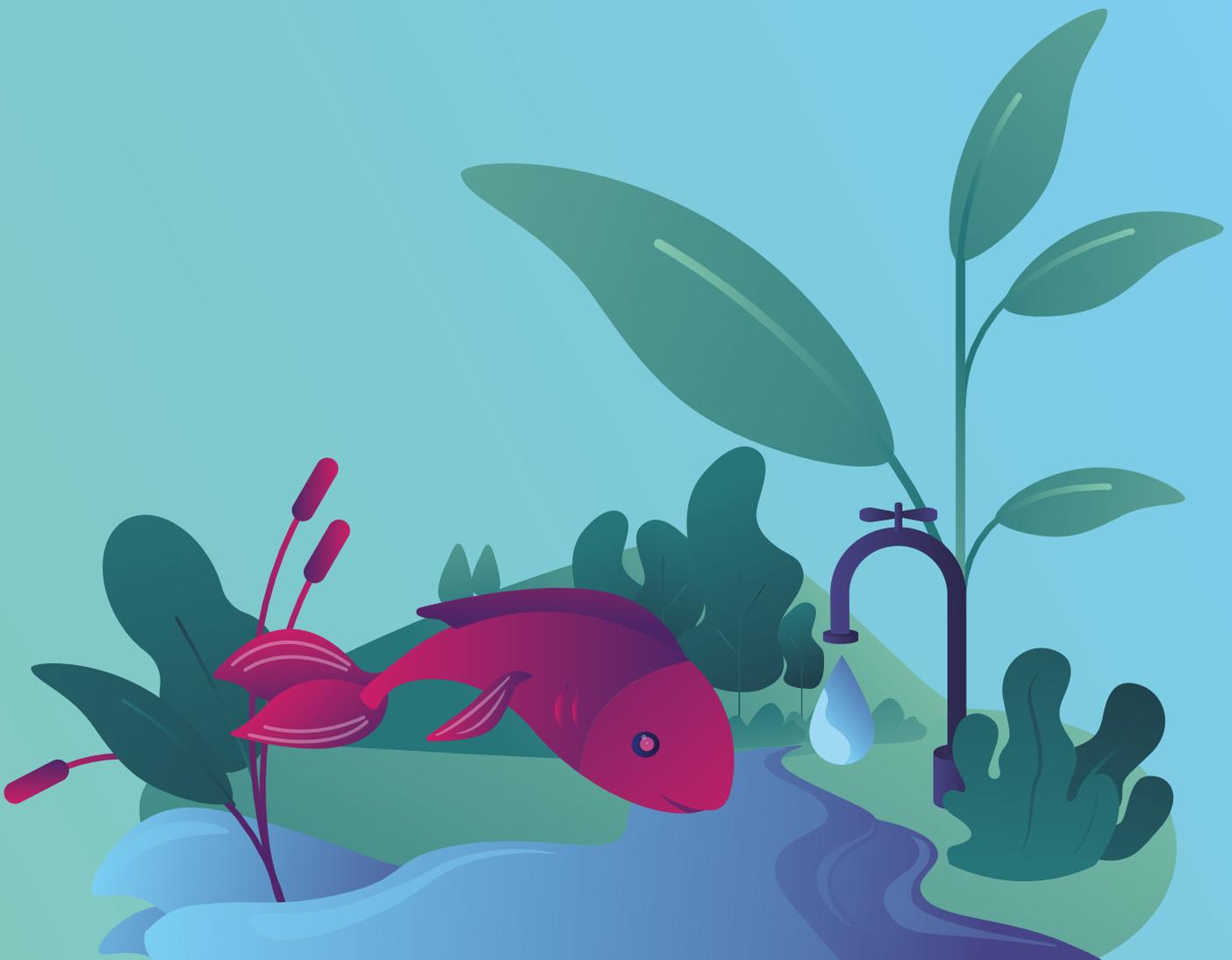
ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO: RESPONDENDO AOS DESAFIOS DAS ÁGUAS E SANEAMENTO COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA	7
Cecilia P. Herzog, Tiago Freitas, Guilherme Wiedman	7
2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E OS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS: CLIMA, BIODIVERSIDADE E ÁGUAS	14
2.1. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA COMO ESTRATÉGIA PARA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA DE CENTROS URBANOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS Sophia B. N. Picarelli, Thaís P. Kasecker	14
2.2. POR QUE A BIODIVERSIDADE URBANA IMPORTA? Pierre-André Martin	20
2.3. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA FORNECEM, PROMOVEM E RESTAURAM SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS Manuela Pereira Reinhard	29
2.4. DESAFIOS MUNDIAIS E AS RESPOSTAS QUE AS SBN ESTÃO DANDO ÀS QUESTÕES RELACIONADAS À ÁGUA Rebecca Welling e James Dalton	38
2.5. INFRAESTRUTURA NATURAL PARA ÁGUA: SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA INTEGRAÇÃO RURAL-URBANA Rafael Feltran-Barbieri	46
3. SUSTENTABILIDADE URBANA: ÁGUAS E SANEAMENTO	57
3.1. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL EM RIOS URBANOS — UMA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA MELHORIA AMBIENTAL E URBANA Aline Pires Veról, Ianic Bigate Lourenço, Osvaldo Moura Rezende, Bruna Peres Battermarco, Marcelo Gomes Miguez	57
3.2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS Paulo Pellegrino, Juliana Alencar	72
3.3. SANEAMENTO, APROVEITAMENTO E REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM CIDADES Daniela Rizzi, Alexander Stefanakis	82
3.4. ESTAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL Thiago Bressani-Ribeiro, Lívia C. S. Lobato, Lucas A. Chamhum-Silva, Carlos A. L. Chernicharo	92
4. TRANSIÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS	106
4.1 O QUE AS CIDADES PRECISAM PARA SE TRANSFORMAREM COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA? Niki Frantzeskaki, Paula Vandergert e Gillian Dick	106
4.2. SOLUÇÕES REGULADORAS COM BASE NA NATUREZA PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS Harriet Bulkeley, Linjun Xie e Laura Tozer	115

4.3. RUMO A CIDADES REGENERATIVAS PELA «BIOINSPIRAÇÃO», UM NOVO PARADIGMA Olivier Scheffer	124
4.4. CIDADES NEURAIIS: A NATUREZA INSPIRANDO FORMA E FUNÇÃO NAS CIDADES Guilherme Wiedman	130
5. LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO URBANA: O PAPEL DO ENGAJAMENTO SOCIAL.....	138
5.1. LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO URBANA Daniel Chang	138
5.2. LABORATÓRIOS VIVOS URBANOS: EXPERIÊNCIAS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA COMUNIDADE EUROPEIA Marcus Collier e Stuart Connop	145
5.3. LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO SOCIAL — UM CASO PRÁTICO NA BAIJA DE GUANABARA Andreas Ufer	154
6. NOVAS FORMAS DE FINANCIAMENTO E EMPREENDEDORISMO	162
6.1. FINANCIANDO UMA TRANSIÇÃO ACELERADA PARA CIDADES MAIS SUSTENTÁVEIS USANDO AS SBN Tom Wild e John Henneberry	162
6.2. <i>EX POST</i> : A NATUREZA DA CULTURA NO ANTROPOCENO Shawn McLearn.....	172
7. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA QUALIDADE DE VIDA E BEM-ESTAR	179
7.1. SOLUÇÕES BASEADAS NA ÁGUA E SAÚDE EM ÁREAS URBANAS: UMA VIA TRÍPLICE SEGUNDO A PSICOLOGIA AMBIENTAL Marino Bonaiuto e Thomas Albers.....	179
7.2. CIDADES FELIZES: NATUREZA E BEM-ESTAR Diego Burger Araujo Santos, Rafael Ruschel	192
8. ACELERANDO A TRANSIÇÃO COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: CONHECIMENTO E VISÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS.....	199
8.1. CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO GLOBAL DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA Carmen Antuña Rozado, Iñigo Bilbao Ubillos.....	199
8.2. VALORES, IMAGINAÇÃO E A NATUREZA DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA David Maddox.....	206
9. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: ACELERANDO A DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS	214
Cecilia P. Herzog, Tiago Freitas, Guilherme Wiedman	214
10. PERFIS BIOGRÁFICOS RESUMIDOS.....	218
11. ACRÔNIMOS	230
12. GLOSSÁRIO.....	231

Introdução: Respondendo aos Desafios das Águas e Saneamento com Soluções Baseadas na Natureza

Cecilia P. Herzog, Tiago Freitas, Guilherme Wiedman



1. INTRODUÇÃO: RESPONDENDO AOS DESAFIOS DAS ÁGUAS E SANEAMENTO COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Cecilia P. Herzog, Tiago Freitas, Guilherme Wiedman

MENSAGENS PRINCIPAIS

- As cidades são complexos sistemas sócio-ecológico-tecnológico-econômicos, insustentáveis e vulneráveis às mudanças climáticas, especialmente relacionadas às questões das águas e da saúde humana.
- Atualmente, soluções baseadas na natureza (SbN) estão sendo planejadas, projetadas, implantadas e monitoradas para responder aos desafios contemporâneos. Esse livro enfoca a questão da água e do saneamento.
- Países com grande parte da infraestrutura de tratamento de esgoto ainda por fazer, como o Brasil, encontram nas SbN uma opção interessante, seja em sistemas puros ou em associação com tecnologias convencionais.
- As SbN são intrinsecamente interdisciplinares, transetoriais e necessitam de ampla e efetiva participação de todos os agentes envolvidos.
- As SbN não são panaceia para resolver todos os desafios que se apresentam, contudo projetos têm sido desenvolvidos em diversos contextos geográficos, sociais e econômicos com resultados positivos e economicamente viáveis.
- Nesse livro apresentamos sete temas em 23 capítulos sintéticos e objetivos, de fácil leitura e compreensão, escritos por pesquisadores e especialistas de diversos campos do conhecimento que abordam diferentes temas, complementares entre si.

DESAFIOS URBANOS CONTEMPORÂNEOS

Cidades são complexos sistemas sócio-ecológico-econômico-tecnológicos onde reside a maior parte da humanidade. Em muitos países, como o Brasil, mais de 80 % das pessoas residem em áreas urbanizadas. Centros urbanos são importantes polos de encontros, de geração e troca de conhecimento e de desenvolvimento que dependem de áreas periurbanas e rurais, e ainda de outras cidades para seu funcionamento. Também estão intrinsecamente interconectados com o mundo por conta da globalização que se acelerou nas últimas décadas.

No processo de urbanização, houve uma veloz e dramática transformação nas paisagens, seja por conta da agricultura e pecuária ou por expansão urbana. Com isso, ecossistemas fundamentais para a manutenção da vida têm sido eliminados em áreas tanto costeiras como continentais, por exemplo por meio da retificação, da canalização e do desaparecimento dos rios com técnicas higienistas, que têm por objetivo eliminar as águas pluviais o mais rapidamente possível.

Desde os princípios da urbanização, cidades demandam energia e matéria e devolvem os resíduos sólidos, líquidos e gasosos para que a natureza dê conta deles. A partir da industrialização, com o rápido crescimento das cidades, questões fundamentais relacionadas às águas, seja de cursos d'água ou das chuvas, se tornaram centrais para a sustentabilidade das cidades.

Outro problema da maior gravidade, principalmente em áreas com grandes concentrações humanas, é o saneamento. O esgoto, que foi historicamente conduzido para os rios e outros corpos d'água, assim se tornou um problema de saúde pública ao contaminar as águas e os locais onde as pessoas vivem e trabalham. A combinação de poluição das águas com episódios de chuvas intensas se tornou um dos grandes desafios a serem enfrentados pelas cidades. Com o agravamento das mudanças climáticas, água e saneamento são temas emergenciais a serem enfrentados imediatamente em busca de melhor qualidade de vida e bem-estar para a população.

A vida no planeta depende da biodiversidade existente na biosfera, essa fina camada de vida que recobre nossa única casa, o planeta Terra. Os ecossistemas oferecem os serviços ecossistêmicos essenciais para manter a sustentabilidade em todas as escalas, da global à local.

Em geral, as pessoas que vivem em cidades estão desconectadas da natureza e de seu papel crucial para a manutenção: do suprimento de água e comida; da qualidade do ar; da saúde dos seres vivos, incluindo os humanos; das temperaturas locais, regionais e globais; dentre inúmeros outros fatores fundamentais para a sustentabilidade em diversas escalas.

Pesquisas recentes dão conta da influência que a proximidade e o convívio com paisagens naturais têm em funções bioquímicas sutis dos seres humanos, afetando estados emocionais e até a capacidade cognitiva. A «renaturalização» das cidades tem, portanto, benefícios que vão além da conservação da biodiversidade e do uso racional dos recursos finitos do planeta, contribuindo diretamente para a saúde e o bem-estar das pessoas.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E INOVAÇÃO

SbN são inovações desenvolvidas para incluir a natureza nos mecanismos de resolução dos desafios contemporâneos inserindo componentes e sistemas que restabeleçam, conectem e mantenham processos naturais nas cidades e em outras paisagens. São inspiradas e mantidas pela própria natureza, apresentando custo-efetividade por serem multifuncionais, oferecendo inúmeros serviços ecossistêmicos ao recuperarem ecossistemas degradados e regenerarem funções essenciais para a manutenção e resiliência do sistema urbano. De fato, as SbN devem ser sempre promotoras da biodiversidade e centradas na proteção, restauração e manejo sustentável dos ecossistemas.

Estas soluções dão suporte a um crescimento econômico em harmonia com a natureza, criando empregos «verdes» e espaços saudáveis e melhorando o bem-estar humano. Ademais, são economicamente viáveis quando corretamente planejadas e implementadas, constituindo também uma oportunidade de mudar o paradigma de urbanização, produção e consumo, tendo em vista uma economia e estilo de vida mais conectados com a natureza.

Existe uma multitude de SbN que contribuem tanto para a mitigação quanto para a adaptação às mudanças climáticas, sendo fundamentais à escala global para limitar o aquecimento do planeta a apenas 1,5 °C. A este respeito, IPCC e IPBES já identificaram as SbN como instrumento fundamental para lidar com as crises climática, da biodiversidade e das águas ao mesmo tempo. Contudo, as SbN devem ser consideradas uma adição, e não uma substituição da necessidade urgente de reduzir o consumo de combustíveis fósseis e outros recursos à escala global.

ESTRUTURA E CONTEÚDO DO LIVRO

Este livro foi concebido dentro do III Diálogo Setorial União Europeia — Brasil (MCTIC), com o objetivo de contribuir para um olhar interdisciplinar e transdisciplinar sobre a produção de conhecimento, crucial para a compreensão do que são e como funcionam as SbN na prática, incluindo-se aí todos os benefícios geralmente não contabilizados como, por exemplo, os impactos na qualidade de vida e na saúde das pessoas. A escolha do

enfoque nas questões relacionadas à água se dá pela urgência do tema, que aflige boa parte das nações do planeta. Isso implica em uma visão abrangente, sistêmica e holística sobre temas que se inter-relacionam nos caminhos em direção à sustentabilidade, resiliência e bem-estar para todos os habitantes.

Essa publicação é dividida em oito temas principais, com capítulos escritos por especialistas e pesquisadores reconhecidos internacionalmente, de diversas áreas do conhecimento. Os capítulos são sintéticos e apresentam, além da preocupação com uma linguagem clara, o rigor científico e a qualidade da informação. O objetivo é compor uma narrativa que se constitua em elemento de capacitação à adoção da natureza como aliada nos novos modelos de desenvolvimento que irão substituir os que predominam hoje no planeta.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E OS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS: CLIMA, BIODIVERSIDADE E ÁGUAS

O primeiro tema aborda as questões emergenciais e críticas que vivemos no presente. Sophia Picarelli e Thaís Kasecker abordam as mudanças climáticas e os imensos desafios enfrentados pelas cidades. Esse capítulo indica as origens dos problemas e apresenta SbN que estão sendo desenvolvidas em cidades para adaptá-las de modo que sejam mais resilientes no enfrentamento de questões que já estão acontecendo por conta dos impactos climáticos.

A seguir, Pierre-André Martin traz o tema da biodiversidade como fonte da vida no planeta, e a necessidade que as cidades têm de conviver com a natureza, seus processos e fluxos de forma mais harmônica com a conservação, proteção e reintrodução de biodiversidade em todos os locais possíveis.

O terceiro capítulo abrange os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos pela biodiversidade para que as cidades possam ser mais sustentáveis e resilientes. De forma bastante didática, Manuela Pereira Reinhard discorre sobre esse tema que tomou corpo a partir do início desse milênio e é básico para planejamento e projetos urbanos que tenham visão sistêmica com objetivos explícitos de melhoria do sistema urbano.

A segurança hídrica vem a seguir nos dois capítulos que tratam de fontes geradoras de águas que estão fora das cidades. A questão do suprimento de águas é um dos grandes desafios gerados localmente e agravados pelas questões globais, como a crise climática e a perda de biodiversidade. James Dalton e Rebecca Weling abordam como as interações entre o regional e o local, conciliando SbN e soluções de engenharia, são essenciais para a manutenção da qualidade e quantidade das águas. A seguir, Rafael Barbieri traz as mais recentes pesquisas em infraestruturas naturais que são SbN, e explora como a integração entre as áreas urbanas e rurais é fundamental para o suprimento de águas de forma sustentável.

SUSTENTABILIDADE URBANA: ÁGUAS E SANEAMENTO

Esse tema aborda as questões centrais do livro. As cidades podem transformar suas paisagens, incorporando SbN de várias maneiras e com objetivos sinérgicos. Com isso, as SbN contribuem para dar sustentabilidade ao sistema urbano, adaptando e dando resiliência para enfrentar o agravamento dos episódios climáticos cada vez mais extremos e frequentes.

No primeiro capítulo, Osvaldo Rezende fala sobre o desaparecimento dos rios nas áreas urbanas e sua transformação em canais de drenagem na superfície ou subterrâneos, e que recebem aportes de esgotos, poluição difusa e outros contaminantes que impactam ou até mesmo eliminam a vida aquática (fauna e flora). A reinserção dos rios nas cidades por meio de SbN é fundamental para mitigar os efeitos da urbanização predatória acomodando as águas, evitando desastres e devolvendo vida aos corpos d'água, de modo que as pessoas tenham oportunidade de se reconectar com a natureza e os processos naturais.

O manejo sustentável de águas pluviais é apresentado de forma clara e prática no capítulo de Paulo Pellegrino e Juliana Alencar. Com imagens que apresentam graficamente diversas possibilidades de transformar as paisagens urbanas e conferir alto desempenho sócio-ecológico, os autores demonstram como SbN podem substituir técnicas de engenharia pesada. Podem também integrar sistemas híbridos, conciliando tecnologias verdes (SbN) com as convencionais para manejar as águas pluviais nas cidades de forma mais sustentável, dando resiliência para o sistema urbano, reduzindo perdas e danos físicos e financeiros causados por inundações, enchentes, alagamentos e enxurradas.

Saneamento é um tema de grande urgência em muitos países, assim como no Brasil, que há décadas promete tratar o esgoto, mas que até o presente continua sem alcançar metas estabelecidas que são sempre postergadas. Dois capítulos tratam do tema de saneamento e reúso tanto das águas quanto dos resíduos sólido e gasoso gerados em tratamento de esgoto: lodo e gás. Com esse saneamento e reúso, conseguem fechar os ciclos e gerar uma economia circular com novas tecnologias baseadas na natureza.

O tratamento biológico de esgoto, o reúso dos insumos originados no processo de tratamento e o potencial para a descentralização das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) são tratados no capítulo de Carlos Chernicharo Lemos e Thiago Bressani. Também são levantadas questões cruciais para a universalização de novo paradigma para o tratamento de esgoto sustentável, que tem grande possibilidade para se tornar um novo modelo de negócios «verde». Entraves legais ambientais e de saúde pública e políticas públicas precisam ser atualizados à luz das novas tecnologias. É importante o reconhecimento social de que o esgoto possui um imenso potencial para contribuir para a transição para uma nova realidade, em que passa a ter valor e potencial para gerar uma economia «verde» e circular, reduzindo emissões de gases efeito estufa e diminuindo a pressão por demanda de água potável para usos secundários e para a agricultura.

A seguir, o saneamento feito por meio de SbN e o reúso de água nas cidades é foco do capítulo de Daniela Rizzi e Alex Stefanakis. O capítulo traz as mais recentes tecnologias inovadoras com estudos de caso e comparação entre as diversas possibilidades de tratamento e reúso de água. A abordagem é sobre casos reais em diversas cidades do mundo, apontando as vantagens e as barreiras para sua universalização.

TRANSIÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

As cidades criadas ou que cresceram de forma insustentável no século passado precisam fazer uma transição rápida para um novo paradigma, de forma que se adaptem à nova realidade desse terceiro milênio, que é um momento de incertezas geradas pelos desafios ecológicos e sociais descritos acima. O tema dessa seção trata dessas novas possibilidades.

Niki Frantzeskaki, Paula Vanderger e Gillian Dick respondem à questão crucial de como fazer essa transição. Introduzem o pensamento sistêmico e orientado por soluções para que planejadores urbanos possam identificar o potencial das SbN e passem a criar e implementar projetos de forma conjunta com agentes e usuários locais. Levantam também a necessidade de investir em desenvolvimento de habilidades de negociação e de trabalho colaborativo interdisciplinar em laboratórios de inovação social, e a importância de «aprender fazendo» para acelerar a transição para cidades sustentáveis e resilientes. Trazem também a necessidade da criação de novas instituições que abram possibilidades para parcerias, de estímulo ao aprendizado colaborativo por meio de programas de pesquisa em grande escala, redes temáticas de cidades e a troca de conhecimentos em plataformas inovadoras para que as SbN possam ganhar escala.

A governança para a construção de cidades sustentáveis e resilientes possui diferentes arranjos institucionais, o que é explorado em detalhe no capítulo de Harriet Bulkeley, Linjun Xie e Laura Tozer.

A seguir, o foco são as cidades regenerativas. Olivier Scheffer demonstra como a conciliação entre urbano e natureza é possível e crucial para que as cidades passem para o novo paradigma de convivência com os processos naturais. Aborda como paisagens urbanas monofuncionais têm capacidade de ser transformadas

por projetos regenerativos, de modo que ofereçam múltiplos benefícios no mesmo lugar por meio do restabelecimento de funções ecológicas essenciais para sustentabilidade e resiliência urbana. Traz também o potencial de biometismo dentro desse contexto de mudança de paradigma em cidades.

Guilherme Wiedman apresenta uma visão de Cidades Neurais que funcionam com inúmeras conexões em múltiplos e complexos sistemas e subsistemas que fazem as sinapses urbanas, que têm grande potencial para acelerar a transição para cidades sustentáveis e resilientes em que todos os moradores usufruam de equidade de oportunidades e acesso aos benefícios de morar na urbe.

LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO URBANA PARA PLANEJAMENTO E PROJETO DE SBN

Laboratórios de inovação urbana (*Urban Living Labs*) são reconhecidas ferramentas dinâmicas e aplicáveis a inúmeras situações com base no contexto local com enorme capacidade de promover mudanças na forma de pensar, de planejar e projetar e também de inovar na criação de Sbn. A seção dedicada a esse tema traz três capítulos. O primeiro apresenta uma metodologia para o desenvolvimento de laboratórios no contexto brasileiro. Daniel Chang detalha os benefícios desse processo de cocriação, seu potencial para articular diferentes setores e interesses em busca de novas formas de governança, com inovação e que proporcione sustentabilidade ao longo do processo de transição para cidades sustentáveis.

No capítulo seguinte, Marcus Collier e Stuart Connop trazem experiências europeias de *living labs* para transformar paisagens monofuncionais em multifuncionais por meio do planejamento e projeto cocriado, com a participação de diferentes atores e de diversas áreas do conhecimento.

Para concluir esse tema, Andreas Ufer traz uma experiência metodológica aplicada num contexto desafiador, em que já foram investidas imensas quantias em projetos de cima-para-baixo (*top-down*), vindos do governo, e que não deram resultados. O objetivo foi trazer o novo paradigma da cocriação por meio de *labs*, enfocando em projetos locais originados nas próprias comunidades existentes ou novas propostas a partir de demandas locais.

NOVAS FORMAS DE FINANCIAMENTO E EMPREENDEDORISMO

Sbn oferecem a abertura de um novo universo para negócios regenerativos e que possibilitem fazer a transição para uma sociedade mais sustentável e em harmonia com a natureza. Para tanto, são necessários novos modos de financiamento e arranjos público-privados, uma vez que a maioria dos projetos urbanos são para benefícios comuns, difusos.

Tom Wild e John Henneberry trazem em seu capítulo diversas possibilidades de financiamento de Sbn, tanto públicos quanto privados e mistos. Fazem uma reflexão sobre os mecanismos de mercado para financiar infraestruturas verdes, explorando os benefícios gerados por elas em diversas escalas. Apresentam modelos inovadores e pioneiros para acelerar a transição para cidades sustentáveis e resilientes com investimentos em Sbn na Europa.

O mercado imobiliário tem papel fundamental na transição para cidades sustentáveis. Esse tema é explorado por Shwan McLeary, que apresenta o seu modelo de negócio inclusivo, com uma metodologia de desenvolvimento de projetos de forma participativa.

SBN PARA QUALIDADE DE VIDA E BEM-ESTAR DAS PESSOAS

Estudos científicos apontam que a relação entre as pessoas e a natureza é fator fundamental para a saúde física, mental, espiritual das pessoas. Na seção, Marino Bonaiuto e Thomas Albers abordam a importância dos espaços azuis, e também dos verdes, para a saúde e bem-estar dos moradores de cidades. Nesse contexto,

SbN têm papel preponderante, pois regeneram e recriam corpos d'água e outros ecossistemas aquáticos que possibilitam o contato cotidiano das pessoas com as águas, que obviamente precisam de estar limpas.

Diego Burger Araujo Santos e Rafael Ruschel analisam indicadores que medem a qualidade de vida das pessoas em cidades, com isso proporcionam uma relação entre a qualidade da cidade e o bem-estar de seus moradores, para além dos indicadores de riqueza e renda. A natureza nas cidades tem papel preponderante ao proporcionar ambientes saudáveis que atraem os moradores e estimulam a coesão social.

ACELERANDO A TRANSIÇÃO COM SBN: CONHECIMENTO E VISÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Carmen Antuña Rozado e Iñigo Bilbao abordam como os avanços europeus no desenvolvimento de políticas para SbN e outras ações estratégicas, como a economia frugal, têm papel importante na aceleração para a transição para cidades sustentáveis em outros países.

David Madoxx instiga e inspira com um capítulo pleno de reflexões sobre as relações entre a sociedade e a natureza nas cidades. Coloca quatro desafios a partir de questionamentos sobre o que são cidades sustentáveis, resilientes e que oferecem alta qualidade de vida e para quem, e como as SbN entram nesse contexto.

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: ACELERANDO A DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

A conclusão mostra os caminhos à frente, de modo que a transição para cidades sustentáveis aconteça o mais rapidamente possível. O capítulo aborda como o livro procura inspirar, fazer uma ponte entre a ciência e os planos e projetos urbanos para efetivar uma nova visão de cidade. Traz também a questão urgente de realizar e implementar SbN para endereçar os imensos desafios do presente. Para que a transformação urbana seja efetiva e sustentável, é essencial que os agentes que atuam na arena urbana sejam aculturados e engajados para dar continuidade e embasamento às ações em todas as escalas.

Esse livro visa trazer novos conhecimentos de forma prática e acessível, abordando temas interdisciplinares contemporâneos fundamentais que dão suporte para novas possibilidades de transformação de cidades em diversos contextos, com foco nas águas. Boa leitura!

Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios Contemporâneos: Clima, Biodiversidade e Águas



2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E OS DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS: CLIMA, BIODIVERSIDADE E ÁGUAS

2.1. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA COMO ESTRATÉGIA PARA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA DE CENTROS URBANOS FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Sophia B. N. Picarelli, Thaís P. Kasecker

Mensagens principais

- A mudança do clima é um dos grandes desafios que a humanidade precisa enfrentar a fim de garantir a resiliência e qualidade de vida para as futuras gerações.
- A natureza é uma parte expressiva dessa solução, e pode ser especialmente importante em países em desenvolvimento que precisam aliar conservação e/ou restauração de ecossistemas e redução de vulnerabilidade social.
- As SbN apresentam um ótimo potencial para impulsionar uma gestão integrada dos diferentes componentes e desafios da administração urbana voltada às Mudanças Climáticas, facilitando o planejamento e criando espaço para engajamento dos diferentes setores.

Introdução

O enfrentamento à mudança climática é composto por um conjunto de ações que podem ser enquadradas como de mitigação ou adaptação, em função do objetivo pelo qual foi estabelecido. A primeira medida busca reduzir a quantidade de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na atmosfera, que resultam no aumento da temperatura média global. E que é de fato o que todos os setores deverão buscar, reduzir drasticamente, idealmente zerando as emissões de GEE. Já a segunda é voltada para criar mecanismos de resiliência das sociedades humanas frente a novos padrões climáticos e eventos extremos.

As emissões desses gases são decorrentes das atividades produtivas e de consumo, como exploração de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural) para gerar energia, processos industriais, ou ainda, mudança no uso da terra, como desmatamento. De acordo com o 5º Relatório de Avaliação (AR5) de 2014, elaborado por cientistas que compõem o Painel Intergovernamental de Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês), o clima está mudando, e as atividades humanas são as principais responsáveis por essa mudança ⁽¹⁾.

Para garantirmos as condições de vida conhecidas atualmente, os estudos científicos estimam que o limite máximo tolerável para a elevação da temperatura média da superfície da Terra seja de 2 °C. Acima disso, haverá eventos climáticos extremos, ainda mais intensos e frequentes, que podem resultar em rupturas imprevisíveis dos sistemas socioambientais. Nesse sentido, o Acordo de Paris, adotado em dezembro de 2015 sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas ⁽²⁾, estipula que cada país estabeleça sua NDC ⁽³⁾ com intuito de garantir esforços para manter essa elevação abaixo de 1,5 °C.

A mitigação das emissões de carbono é fundamental, no entanto, não será suficiente para deter ou contornar as tendências observadas e projetadas para o clima. Diante dos possíveis cenários de mudanças do clima e seus efeitos adversos aos sistemas sociais, ambientais, culturais e econômicos, torna-se cada vez mais imperativa

⁽¹⁾ IPCC, 2014.

⁽²⁾ UNFCCC.

⁽³⁾ NDC — Contribuição Nacionalmente Determinada, da sigla em inglês.

a busca por medidas de adaptação. Embora a mudança climática seja uma questão global, os impactos são sentidos localmente e as cidades estão entre os locais mais vulneráveis à mudança climática, pois concentram grande parte da população e das atividades socioeconômicas ⁽⁴⁾. O aumento da capacidade de resposta dos territórios locais e áreas urbanas é fundamental para que os impactos negativos sejam minimizados e novas oportunidades exploradas.

Os danos provocados pelas mudanças climáticas, como enchentes e ondas de calor, se fazem sentir mais diretamente pela população, em especial os grupos mais vulneráveis, que vivem em áreas de risco ou têm menos acesso a serviços de saúde e saneamento básico, entre outros. A pobreza é uma questão crítica de desenvolvimento no Brasil e na grande maioria dos países em desenvolvimento, sendo um fator substancial de aumento de sensibilidade às mudanças climáticas ⁽⁵⁾. Transformar esse potencial de mitigação e adaptação em realidade significa tornar a cidade menos intensa em emissões de GEE e mais apta a enfrentar situações extremas, como elevação do nível do mar, chuvas intensas e concentradas, secas prolongadas, ondas de calor, entre outros.

Devido à incidência de estresse climático, a América Latina tem uma longa história de adaptação a fenômenos cada vez mais extremos ⁽⁶⁾. A maioria das políticas nessa direção, no entanto, são respostas a desastres ou planos de contingência, em vez de políticas que reduzem ativamente os riscos e, principalmente, que planejam se adaptar às condições climáticas em transição e eventos extremos cada vez mais frequentes. Alguns municípios já compreenderam que o desafio é grande. No contexto brasileiro, Recife foi a primeira cidade a decretar emergência climática. Os municípios precisam agir, assumindo metas ambiciosas de mitigação, e acelerando a adoção de medidas de adaptação — e não somente reagir a essas situações ⁽⁷⁾.

Existem distintos caminhos para avançar no enfrentamento da mudança do clima que podem estar ancorados em instrumentos como leis, normativas, planos, estratégias, programas, projetos, entre outros. Planejamento territorial, gerenciamento de riscos de desastres, gerenciamento de bacias hidrográficas e outros instrumentos e ações relacionados aos recursos hídricos são ferramentas e ações prioritárias que podem evitar riscos. No entanto, devido à urgência de avançarmos com medidas concretas, é necessário cada vez mais adotar abordagens sistêmicas, integradas, participativas e criativas.

No que se refere à priorização das medidas de adaptação, é importante ainda considerar critérios econômicos (custo-benefício), financeiros, de efetividade, de viabilidade social e de factibilidade política, institucional e cultural. Diante das incertezas climáticas, um dos sub-critérios que devem ser considerados com especial atenção é o de «não-arrependimento» (do inglês *no-regret*), que também estaria alinhado com o «princípio da precaução». Isso significa que, se as projeções climáticas apresentarem outros comportamentos distintos às estimativas, a medida proposta apresenta outros cobenefícios e podem apresentar uma série de multifuncionalidades que respondem a outras questões sociais e econômicas ⁽⁸⁾. Por exemplo, os parques lineares, que normalmente são projetados para conter picos de cheias ou como áreas de lazer, poderiam explorar de maneira mais objetiva os elementos naturais, a fim de aumentar a capacidade de retenção e detenção de águas pluviais, renaturalizar trechos dos corpos hídricos, recuperar a mata ciliar, conservar remanescentes de vegetação nativa, aprimorar a conectividade entre unidades de conservação e o fluxo de fauna. Podem se tornar «Corredores Verdes» multifuncionais que oferecem diversos benefícios, como melhorar a qualidade do ar, diminuir efeitos de ilhas de calor, além de estarem conectados a outros modais de transporte ativo. Nessa linha, a Cidade do Recife vem desenvolvendo o projeto Parque Capibaribe, que visa integrar os diferentes contextos urbanos, tendo como horizonte articular as margens do rio Capibaribe com a cidade do Recife.

⁽⁴⁾ Hardoy & Pandiella, 2009; IPCC, 2014.

⁽⁵⁾ CAF, 2014.

⁽⁶⁾ UNDRR, 2019.

⁽⁷⁾ ICLEI, 2016.

⁽⁸⁾ WWF-BRASIL, 2017.

Figura 1 — Projeto do Parque Capibaribe — Parque das Graças: propõe via compartilhada entre pedestres, ciclistas e carros e melhoria da área verde (autor: Parque Capibaribe, 2019)



Essa é a lógica central do conceito de SbN. Estas consideram um amplo leque de possibilidades e intervenções inspiradas na natureza para tratar de alguns dos desafios globais mais urgentes, como a mudança do clima, segurança hídrica e alimentar, saúde e redução dos riscos de desastres. É um conceito guarda-chuva que contempla diferentes abordagens relacionadas aos ecossistemas, tais como restauração ecológica, adaptação baseada em ecossistemas, infraestrutura verde, manejo de ecossistemas, e diversas medidas de conservação baseadas em áreas verdes, inclusive áreas protegidas.

As SbN podem ser definidas como aquelas que procuram proteger, manejar ou restaurar ecossistemas naturais ou modificados pela ação humana, promovendo e considerando múltiplos benefícios sociais, econômicos e ecológicos. São soluções inspiradas na natureza e que contam com seu suporte diretamente ⁽⁹⁾.

No entanto, muitas cidades ainda não consideram a natureza, os ecossistemas e a biodiversidade como fatores estratégicos para o funcionamento diário das diversas atividades vinculadas ao estilo de vida urbano. Além da provisão de diversos serviços, os ecossistemas possuem um papel de extrema relevância em processos de adaptação às mudanças climáticas, pois apresentam uma série de cobenefícios, além de serem naturalmente flexíveis ⁽¹⁰⁾.

Sendo integradas ao planejamento urbano, as SbN poderão oferecer benefícios às cidades e suas populações, independentemente de todos os impactos previstos para a mudança do clima se concretizarem, tornando-se assim um componente relevante para o desenvolvimento mais sustentável dos municípios.

⁽⁹⁾ Cohen-Shacham *et al.*, 2016; Kabish *et al.*, 2016.

⁽¹⁰⁾ IUCN, 2009; Pérez *et al.*, 2010.

Como incorporar soluções baseadas na natureza no planejamento

Responder aos principais desafios da mudança climática inclui necessariamente o problema de criar instituições adequadas para adaptação. Isso inclui a estrutura regulatória, bem como o gerenciamento de políticas, planos e instrumentos nos vários níveis administrativos ⁽¹¹⁾. O desenvolvimento de respostas eficazes baseadas na natureza requer essencialmente um entendimento integrado da vulnerabilidade socioecológica e as maneiras pelas quais os ecossistemas podem ajudar as comunidades locais a se adaptarem às mudanças climáticas ⁽¹²⁾. Tais respostas podem ser orientadas por estratégias de SbN implantadas localmente, em nível municipal, guiadas por planos municipais de adaptação, por exemplo. No Brasil, o primeiro exemplo de um plano municipal de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é o de Porto Seguro (Bahia, bioma Mata Atlântica). Foi baseado em um estudo de vulnerabilidade climática e focado em ações que podem ajudar a aumentar a resiliência às mudanças climáticas e reduzir a vulnerabilidade ⁽¹³⁾.

Embora a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas tenham se tornado questões prementes para as cidades, os desafios da governança levaram a respostas políticas que são na maioria incrementais e fragmentadas. Muitas cidades estão considerando mitigação e adaptação, mas poucas estão implementando ações necessárias para desencadear uma mudança fundamental em direção a caminhos de desenvolvimento urbano sustentáveis e resilientes ao clima ⁽¹⁴⁾.

Um dos temas centrais é que a adaptação não é necessariamente tratada como tal, mas também pode surgir na estrutura do planejamento do desenvolvimento urbano, o que torna possível abordar a questão de maneira integrada e não complementar. A implementação de planos e políticas geralmente é difícil, e os governos podem se beneficiar se tirarem proveito das iniciativas existentes ⁽¹⁵⁾. Por exemplo, políticas setoriais relacionadas à mitigação das mudanças climáticas, conservação da biodiversidade, redução de riscos de desastres e redução da pobreza podem frequentemente ser combinadas em arranjos de políticas voltadas para adaptação. Esses planos podem ser produzidos como uma atualização dos planos ambientais municipais ou planos de bacias existentes, integrando políticas de conservação, restauração de ecossistemas, redução da pobreza e adaptação às mudanças climáticas ⁽¹⁶⁾.

Por outro lado, as combinações de políticas exigem engajamento intersetorial, o que dificilmente é uma prática comum e geralmente carece de institucionalização. São necessários mecanismos de integração nos governos, incluindo a promoção de alianças com o setor privado, a sociedade civil e a academia ⁽¹⁷⁾. O risco e a vulnerabilidade à mudança do clima não podem ser tratados por uma única agência e não deve ser uma abordagem baseada apenas em uma resposta setorial ⁽¹⁸⁾. Essa deve ser uma gestão integrada em todos os componentes da administração urbana e as SbN apresentam um ótimo potencial para impulsionar essas abordagens.

Múltiplos benefícios sistêmicos das SbN para adaptar as cidades às mudanças climáticas

As cidades precisam compreender a urgência e a importância de enfrentarem a mudança do clima de maneira inclusiva, inteligente e rápida. A natureza pode ofertar uma série de soluções, por exemplo para trabalhar questões de drenagem, deslizamentos, segurança hídrica e alimentar, além de potencializar a provisão de uma série de serviços ecossistêmicos fundamentais para o dia a dia dos cidadãos e possibilitarem economias mais circulares.

⁽¹¹⁾ Krollenberg *et al.*, 2014.

⁽¹²⁾ Bourne *et al.*, 2016; Kasecker *et al.*, 2018.

⁽¹³⁾ PMMA, 2014.

⁽¹⁴⁾ Rosenzweig *et al.*, 2018.

⁽¹⁵⁾ Krollenberg *et al.*, 2014; Kasecker *et al.*, 2018.

⁽¹⁶⁾ Kasecker *et al.*, 2018; Magrin *et al.*, 2014; Margulis, 2016; Scarano, 2017.

⁽¹⁷⁾ Wamsler, 2015; Margulis, 2016; Orr, 2018.

⁽¹⁸⁾ Orr, 2018.

Para isso, é fundamental ampliar abordagens integradas de planejamento, compreendendo os diferentes componentes e desafios da administração urbana voltada à mudança do clima, e possibilitando espaços para cocriação e contribuição de diferentes atores.

Estudo de caso: Cidade de Santa Fé, Argentina

Grande parte do território de Santa Fé, Argentina, está rodeada de rios, lagos e banhados. Por esta razão, é especialmente vulnerável a fenômenos hidroclimáticos e já foi afetada por uma série de inundações. Após as inundações históricas de 2003 e 2007, Santa Fé mudou radicalmente sua abordagem de gerenciamento de riscos. Três práticas são particularmente relevantes: 1) a cidade passou de uma abordagem unissetorial para uma abordagem abrangente da gestão de riscos; 2) realizou atividades relacionadas à memória das inundações, como a construção do «Memorial da Inundação», compilação de dados, imagens e histórias, para garantir que os erros do passado não sejam novamente cometidos; 3) por meio de projetos colaborativos com a academia, fundações e ONG, desenvolveu valiosos conhecimentos locais, posicionando-se na esfera global como referência na temática ⁽¹⁹⁾. Uma das medidas planejadas para aumentar a capacidade do território é a Reserva Natural Urbana del Oeste. O Projeto visa transformar áreas de reservatórios do sistema de drenagem urbano em um espaço verde multifuncional de uso público, com o intuito de melhorar a conservação da fauna e flora local, reduzir os riscos de inundação, e também lidar com desafios do desenvolvimento social. O projeto vem sendo desenvolvido desde 2015, com apoio do Fundo Francês para o Meio Ambiente (FFEM) e as primeiras etapas já foram implementadas.

Tabela 1: Exemplos de impactos climáticos e as potenciais Soluções Baseadas na Natureza

IMPACTOS CLIMÁTICOS	SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA
Ilhas de Calor	Arborização Urbana, Reflorestamento, Telhado Verde, Áreas Protegidas
Enchentes, inundação	Corredores Verdes, Matas Ciliares, Reflorestamento, Áreas Protegidas — como Parques Lineares, Infraestrutura Verde (Jardins de Chuva, Biovaletas, <i>Wetlands</i>)
Elevação do nível do mar	Proteção de Manguezais e Áreas de Restinga
Deslizamento	Reflorestamento, Arborização urbana, Hortas urbanas

Referências bibliográficas

Bourne, A.; Holness, S.; Holden, P.; Scorgie, S.; Donatti, Cl.; Midgley, G. (2016). A socio-ecological approach for identifying and contextualizing spatial ecosystem-based adaptation priorities at the sub-national level. *PLoS One* 11(5):e0155235. Disponível em <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155235>

CAF (2014). Vulnerability Index to climate change in the Latin American and Caribbean Region. Corporación Andina de Fomento.

COHEN-SHACHAM, E. *et al.* (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN, Gland, Switzerland, v. 97.

⁽¹⁹⁾ Santa Fe, 2014.

Gobierno de la Ciudad de Santa Fe (2014). Aprender de los desastres: la gestión local del riesgo en Santa Fe, a 10 años de la inundación de 2003.

Hardoy, J. & Pandiella, G. (2009). Urban poverty and vulnerability to climate change in Latin America. *Environment & Urbanization*, IIED, Vol 21 (1): 203- 224. DOI: 10.1177/0956247809103019.

ICLEI (2016). Programa Cidades Sustentáveis. Guia de Ação Local pelo Clima. São Paulo, Brasil.

IPCC (2014). Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IUCN — International Union for Conservation of Nature (2009). *Ecosystem based Adaptation (EbA). Policy brief to the fifth session of the UNFCCC Ad Hoc Working Group on Long Term Cooperative Action Under the Convention*. Bonn, 2009. Gland, Switzerland: IUCN.

Kabisch, Nadja *et al.* (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, v. 21, n. 2.

Kasecker, T.P.; Ramos-Neto, M.B.; Silva, J.M.C. da; Scarano, F.R. (2018). Ecosystem-based adaptation to climate change: defining hotspot municipalities for policy design and implementation in Brazil. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 23: 981-993.

Krellenberg, K.; Jordan, R.; Rehner, J.; Schwarz, A.; Infante, B.; Barth, K.; Perez, A. (eds) (2014). *Adaptation to climate change in megacities of Latin America: Regional Learning Network of the research project Climate Adaptation Santiago (CAS)*. ECLAC/United Nations: Santiago, Chile.

Margulis, S. (2016). *Vulnerabilidad y Adaptacion de las ciudades de America Latina al cambio climático*. Naciones Unidas.

Orr, B. (2018). *Conclusiones Transversales: Prioridades Globales, Respuestas Locales*. In: Cohe, M.; Gutman, M.; Carrizosa, M., *Enfrentar el riesgo. Nuevas prácticas de resiliencia urbana em América Latina*. CAF. Disponível em scioteca.caf.com

PMMA (2014). *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Seguro-Bahia*. Porto Seguro.

Rosenzweig, C.; Solecki, W.; Romeo-Lankao, P.; Shagun, M.; Dhakal, S.; and Ali Ibrahim S. (eds.) (2018): *Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 811 pp.

Scarano, F. (2017). Ecosystem-based adaptation to climate change: concept, scalability and a role for conservation science. *Perspect Ecol Conserv* 15:65–7.

UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*, Geneva, Witzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).

Wamsler, C. (2015). Mainstreaming ecosystem-based adaptation: transformation toward sustainability in urban governance and planning. *Ecol. Soc.* 20 (2), 30. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07489-200230>

2.2. POR QUE A BIODIVERSIDADE URBANA IMPORTA?

Pierre-André Martin

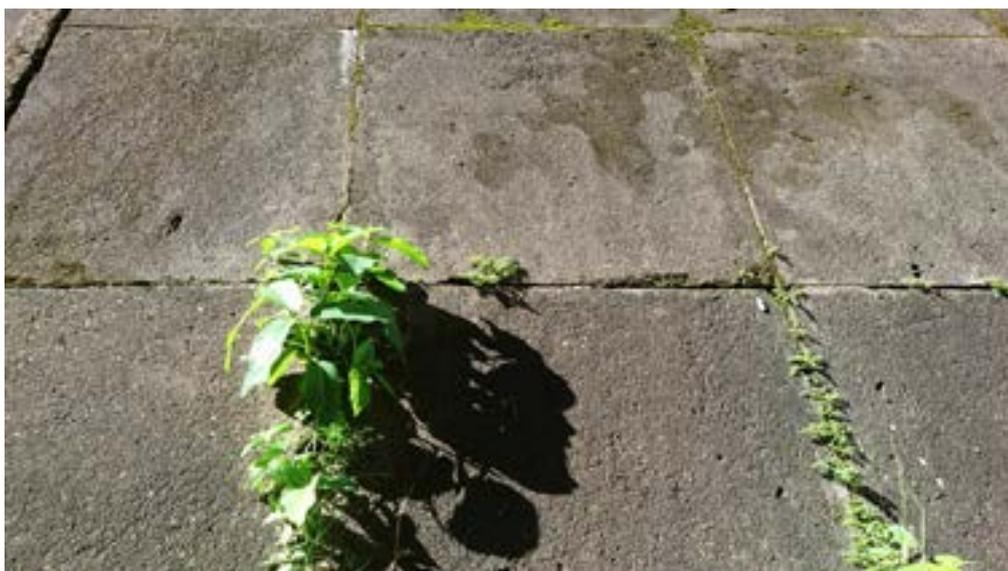
Mensagens principais

- A biodiversidade é um tema central para reverter o quadro de degradação ambiental tanto nas cidades como na biosfera como um todo.
- Para enfrentar os problemas complexos e os desafios contemporâneos, como eventos climáticos extremos, períodos de secas, Ilhas de Calor Urbano, deslizamentos de encostas, inundações e alagamentos, impactos negativos na saúde das pessoas, etc., a conservação e a regeneração da biodiversidade urbana usam ferramentas de implementação simples com benefícios múltiplos, diretos e indiretos.

Introdução

A biodiversidade ainda é primordialmente estudada, pensada e planejada fora da cidade. Tradicionalmente, é um tema ligado à preservação e conservação do mundo que nós, humanos, imaginamos como «mundo natural» distante da cidade, com rios, florestas, montanhas, animais, plantas, etc. Porém, nossas densas cidades, construídas principalmente de materiais industriais e inertes, poluídas e poluentes, também têm sua biodiversidade, que é de vital importância para as pessoas e o ambiente urbano. A ecologia urbana deve ser incorporada como ciência essencial para planejamento e projetos das cidades por urbanistas, arquitetos, engenheiros e até por biólogos que ainda pouco se interessem pelos ciclos vivos da fauna e flora e as suas relações com o meio urbano. A questão da biodiversidade no contexto natural é obviamente extremamente relevante e merece toda a atenção. Contudo, é inquestionável que nossos ambientes urbanos são permeados por biodiversidade que vai além de parques, praças, quintais e canteiros. A vida aparece em lugares onde haja mínimas condições de suporte, como frestas em áreas concretadas ou asfaltadas (Figura 2), sobre construções abandonadas, lotes vazios, aparecendo na paisagem em diversas escalas.

Figura 2 — Natureza espontânea na cidade nasce em qualquer lugar que tenha condições de vida (créditos: o autor)



A cidade é o nosso *habitat*, o lugar de vida de 55 % da população mundial e mais de 85 % da população brasileira, e a qualidade desse meio depende de funções ecológicas oferecidas pela biodiversidade. A biodiversidade urbana é definitivamente um assunto de grande importância e deve sair da marginalidade e ganhar o protagonismo

que merece para que as cidades sejam mais sustentáveis e resilientes e ofereçam alta qualidade de vida e bem-estar para seus habitantes.

Importante para a humanidade

A biodiversidade urbana é uma solução para múltiplos desafios urbanos por oferecer inúmeros benefícios, ou seja, serviços ecossistêmicos ⁽²⁰⁾ prestados pela natureza na cidade:

1. Mitigar os efeitos de ilhas de calor urbano

Diversas funções da biodiversidade urbana contribuem para diminuir a temperatura ambiente, problema crítico nas cidades brasileiras. As copas das árvores, além de fornecerem sombreamento aos revestimentos minerais, têm entre seus processos vitais a evapotranspiração ⁽²¹⁾, que é a combinação da água evaporada pelo solo e pelas plantas num ambiente. Esse fenômeno pode ser comparado à nossa transpiração. Pelas suas folhas, a vegetação emite vapor de água na atmosfera urbana, essa passagem da água líquida para o estado gasoso diminui a temperatura do ar e alimenta o ciclo hidrológico.

2. Melhorar a qualidade do ar

As folhas da vegetação possuem órgãos chamados estômatos, minúsculos orifícios localizados abaixo das folhas que servem para fazer as trocas com o ar. Os contaminantes atmosféricos são absorvidos e fixados pelas árvores, a retenção de poluentes varia dependendo da espécie. O papel de filtro de ar das árvores é incontestável, numerosos estudos ⁽²²⁾ já medem a capacidade para cada espécie, mas ainda é necessário que a academia estude mais sobre o potencial das espécies brasileiras, uma das mais biodiversas do planeta. Além dos contaminantes, um outro fator impactante é a presença de poeira atmosférica; ruas arborizadas podem conter até 75 % de partículas de poluição a menos do que ruas sem arborização ⁽²³⁾.

3. Combater inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos

A impermeabilização excessiva dos solos urbanos impede as águas pluviais de infiltrarem no solo ou se acomodarem em áreas vegetadas apropriadas ⁽²⁴⁾, com isso as águas escoam e se concentram nos pontos baixos da cidade. Lugares que originalmente eram brejos, lagoas e rios reaparecem causando grandes impactos nas cidades durante os episódios de chuva por conta da visão equivocada da ocupação e da gestão das águas pluviais. Os sistemas naturais possuem muita inteligência, sendo a captação e retenção de águas da chuva uma função estratégica. A inserção de superfícies vegetalizadas, de zonas plantadas para acúmulo de água, de coberturas verdes em edifícios, permite transformar a cidade em uma verdadeira esponja que retém ativamente as águas urbanas e as filtra.

4. Melhorar a qualidade das águas urbanas

Os primeiros minutos das chuvas lavam a cidade e as águas pluviais acabam carregando toda a poluição difusa depositada nas superfícies urbanas para os corpos hídricos. As soluções de infraestrutura verde que articulam as soluções de drenagem com SbN permitem tratar essas águas usando a ação fitorremediadora das plantas fazendo uma gestão das águas pluviais focada em qualidade ecológica.

⁽²⁰⁾ Ver capítulo 2.3 neste livro.

⁽²¹⁾ *O que é Evapotranspiração. Dicionário Ambiental. ((o)eco*, Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28768-o-que-e-evapo-transpiracao/>. Acesso em 18.12.2019.

⁽²²⁾ Beckett; Freer-Smith; Taylor, 2000.

⁽²³⁾ Falcon, 2011.

⁽²⁴⁾ Ver capítulo 3.2 neste livro.

5. Equilibrar o ciclo de carbono

A vegetação e os solos naturais urbanos fixam e armazenam o carbono na fonte dessa grande concentração de emissão de gases de efeito estufa que são as cidades. No meio urbano, a gestão da biodiversidade é um fator-chave para auxiliar na mitigação do aumento da emissão de gases de efeito estufa ⁽²⁵⁾.

6. Fornecer benefícios físicos e psicológicos aos cidadãos

A melhoria do nosso ambiente e conseqüentemente da nossa qualidade de vida é um assunto estratégico para nossa espécie. A ação terapêutica da natureza na cidade vem sendo demonstrada por meio de vários estudos; seu valor econômico pelo menos iguala os custos evitados em despesas de saúde e outros custos sociais ⁽²⁶⁾. Em áreas urbanas, o ser humano sofre impactos negativos relativos à carência de áreas verdes e azuis de qualidade ⁽²⁷⁾. Atualmente, a maioria das doenças não transmissíveis são relacionadas ao meio ambiente no qual vivemos e ao estilo de vida (incluindo os alimentos consumidos) como, por exemplo, câncer, depressão, obesidade, problemas respiratórios, doenças cardiovasculares, dentre outras.

7. Reconectar

A natureza da cidade é uma resposta imediata à desconexão da espécie humana com os processos e fluxos naturais. No cotidiano de um ser urbano, seu principal contato com a natureza se faz nos jardins, parques e ruas. É essencial que essa natureza urbana possua qualidade ambiental e funções ecológicas de modo a fornecer um sentimento de biofilia ⁽²⁸⁾ e conseqüente conexão com a natureza para os moradores. Biodiversidade é cultura, e essa cultura precisa ser local, permitindo dar identidade e para que os moradores criem vínculos com espaços urbanos multifuncionais.

Figura 3 — Parque natural de educação ecológica focado na biodiversidade em Changwon, Coreia do Sul (créditos: Cecilia P. Herzog)



⁽²⁵⁾ Ver capítulo 2.1 nesse livro.

⁽²⁶⁾ Revéret, 2017.

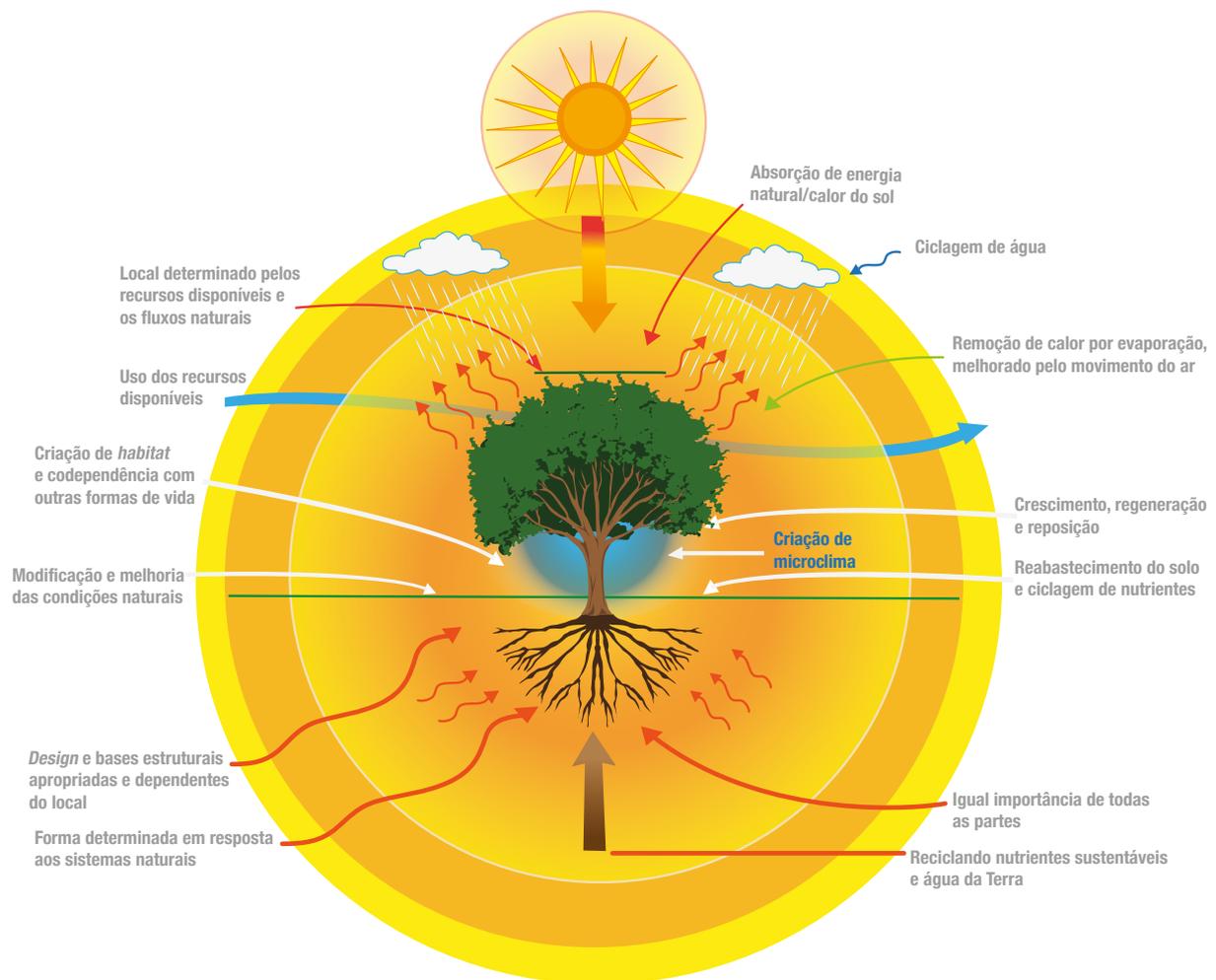
⁽²⁷⁾ Ver capítulo 7.1 nesse livro.

⁽²⁸⁾ «Biofilia» é um termo que foi popularizado por Edward O. Wilson, que afirma que os seres humanos possuem um sentimento intrínseco de pertencimento à natureza (Wilson, 1984).

8. Desenvolver a economia verde

A gestão ecológica dos territórios urbanos permite a criação de muitos empregos. A agricultura urbana, por exemplo, é um setor em nítida expansão, permitindo um desempenho múltiplo para as coberturas dos edifícios, assim como diferentes apropriações de praças e de áreas residuais com iniciativas de agroflorestas urbanas, permitindo assim produção de alimentos integrada a desempenho ecológico ⁽²⁹⁾.

Figura 4 — Importância da natureza para a humanidade (*fonte: adaptado de Starr, 1996*) ⁽³⁰⁾



Importância para a natureza

Como qualquer território, os meios urbanos possuem funções e redes ecológicas que constituem oportunidades para a biodiversidade e o seu estudo. Alguns aspectos relevantes da biodiversidade urbana para a sustentabilidade urbana são:

⁽²⁹⁾ Ver capítulo 8.2 nesse livro.

⁽³⁰⁾ Hart, 1996.

9. Fornecer habitats e refúgios para fauna e flora

Os meios urbanos e periurbanos concentram grande quantidade de espécies animais. Espécies diferentes dividem os espaços: para além de espécies autóctones, muitas espécies chamadas de oportunistas ocupam os meios urbanos e criam dessa forma novos ecossistemas tipicamente urbanos. Nas áreas periurbanas, que costumam ser menos densas e com mais oportunidades para acomodar a biodiversidade, podemos encontrar locais notáveis, como áreas úmidas, bosques, etc. As áreas chamadas de residuais, que costumam ser anexas aos sistemas viários, também são de muita valia para a conservação da natureza da cidade. Na área rural, a expansão da agricultura e o seu uso de defensivos químicos estão causando grandes perdas para a biodiversidade. O meio urbano, por não ter tais práticas, está se tornando refúgio para diversas espécies, entre elas abelhas, que têm taxas de sobrevivência maior nas cidades ⁽³¹⁾.

Figura 5 — Biodiversidade nativa em área urbana conectando as margens de lagunas oceânicas no Rio de Janeiro (créditos: o autor)



10. Garantir continuidades ecológicas

A biodiversidade pode ser entendida conceitualmente como uma rede de incontáveis interligações em múltiplas escalas e uma das suas principais funcionalidades é a conectividade entre ecossistemas urbanos vegetais (Figura 5). As cidades possuem redes verdes e azuis que permitem a circulação das espécies. As conexões marrons também são importantes, garantindo a continuidade de solos para dar suporte aos sistemas vivos. Essas redes marrons são mais degradadas do que as outras em função da nossa ocupação do solo e pelas redes de transporte ⁽³²⁾.

11. Ser um laboratório vivo

A conjugação de espécies autóctones, exóticas e oportunistas constitui novos ecossistemas que precisam ser estudados ao nível das suas funções ecológicas e do desempenho dos seus serviços ecossistêmicos. Muitas espécies se adaptaram às condições dos meios urbanos e periurbanos, tendo agora particularidades próprias, e podem ser de grande relevância na proteção e expansão da biodiversidade urbana ⁽³³⁾.

⁽³¹⁾ Marineli, 2017.

⁽³²⁾ Ahern, 2009.

⁽³³⁾ Kowarik, 2011.

Conclusão

A biodiversidade urbana é uma questão central para as SbN, ela é a força motora dos sistemas naturais e precisamos trazê-la para as agendas urbanas das cidades brasileiras. A nossa cultura de fazer a cidade ainda está muito centrada em construir e edificar, tendo como materiais prediletos o concreto, o ferro e o vidro. Esses elementos são inertes e não regeneram os ambientes, sendo assim necessária uma mudança cultural e um entendimento popular de que a biodiversidade urbana é nossa maior aliada no processo para que as cidades sejam sustentáveis, resilientes e ofereçam vida e bem-estar com equidade social. Ela também se inscreve numa escala local, próxima às pessoas, permitindo e incentivando o contato cotidiano com a natureza e com os processos da paisagem. Podemos nos perguntar se a atual perda de biodiversidade em escala mundial é o espelhamento da pouca biodiversidade presente nas cidades, onde moram a maior parte da humanidade e os principais tomadores de decisões, colocando assim como uma emergência a introdução de biodiversidade nas cidades por meio de SbN para contribuir para a tomada de consciência sobre a importância da biodiversidade global.

Numa época em que os problemas ambientais que temos de enfrentar parecem nos superar com sua escala e extensão, nada melhor do que plantar para se sentir fazendo a diferença nesse desafio planetário. Vamos recuperar nossos solos, criar superfícies férteis e plantá-las! A solução está literalmente nas nossas mãos.

Estudo de caso: jardim de chuva da Fundação Progresso

A Fundação Progresso fabricava fogões e cofres na Lapa. Após ser desativada, um grupo de artistas decidiu lutar contra sua demolição em 1982 e conseguiu transformar a antiga fábrica no maior centro cultural independente do Rio de Janeiro. Após trazer uma série de melhorias na sua estrutura interna, a direção da casa decidiu investir na sua interface com a cidade e assim expor sua transformação também do lado de fora do equipamento cultural e integrar as iniciativas da «Fundação Verde» — projeto de transformação do espaço cultural de forma sustentável, focada em iniciativas que reduzam a sua pegada ecológica.

Durante uma reunião interna para direcionar as ações da instituição, Perfeito Fortuna, um dos fundadores da Fundação, expôs sua vontade de realizar um jardim para a lateral do edifício que dá frente para os arcos da Lapa, local completamente cimentado e visualmente desconectado da cidade. Alice Worcman e Daniel Gabrielli, do Organicidade⁽³⁴⁾, entusiastas de SbN, propuseram fazer jardins de chuva, o que foi aceito imediatamente pela casa. Para tanto, convidaram os especialistas, Cecilia Herzog e o autor, que propuseram fazer um processo de cocriação com a promoção de duas oficinas abertas ao público mediante inscrição. A primeira foi focada especificamente em questões técnicas relativas ao entendimento do local e às características técnicas dos jardins de chuva, para que os participantes divididos em grupos pudessem propor projetos para o espaço. Para tanto, foram dadas palestras introdutórias sobre os aspectos ecológicos e técnicos de como projetar jardins de chuva e a importância do conhecimento do contexto local. Essa oficina teve o intuito de difundir conhecimento, envolvendo diversas pessoas interessadas no tema. Teve participação de mais de 40 pessoas da academia, estudantes, servidores municipais, ativistas, dentre outros.

⁽³⁴⁾ Organicidade nasceu para contribuir para a introdução de hortas urbanas na cidade do Rio de Janeiro e é focada na biodiversidade alimentar que compreende Plantas Alimentícias não Convencionais (PANC), dando oficinas e palestras e comercializando seus produtos. Sua sede fica no Canto das Flores dentro da Fundação Progresso. <https://www.facebook.com/organicidade/>

Figura 6 — Área antes da implantação do jardim de chuva (créditos: Organicidade)



Na segunda oficina, foram abordadas as questões ligadas à vegetação para esse tipo de sistema. Foram cruzadas listas de espécies nativas, Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), ameaçadas de extinção, atraentes para polinizadores e frutíferas nativas raras.

Depois da primeira oficina, a equipe de projeto se reuniu para definir o projeto final, baseado nos projetos que foram apresentados pelos grupos participantes da oficina. O projeto foi finalizado e construído sob a coordenação da arquiteta Fabiana Carvalho ⁽³⁵⁾, com a contratação de mão de obra necessária para as diferentes etapas de implantação. Para dar início à implantação foi marcado um mutirão para quebrar o revestimento em três jardins distintos, com conexão pelas águas que extravasam devido ao desnivelamento que existe entre eles. A transformação da paisagem local foi aberta à participação pública, em mutirão com uma celebração simbólica para caracterizar esse gesto sagrado de trazer a natureza de volta no seu lugar, com defumação de resinas da tribo Yawanawá, e com a presença de um grupo festejando com o «Bumba meu Boi», festejo que tem origens africanas e indígenas das regiões mais ao norte do Brasil.

Figura 7 — Mutirão «quebra-quebra» para abrir o concreto e dar espaço à natureza (créditos: o autor)



⁽³⁵⁾ Escritório de arquitetura Bambuê.

Figura 8 — Festa folclórica celebrando o «quebra-quebra» participativo (créditos: o autor)



A escavação chegou até 1,20 metros em média, onde foram encontradas várias camadas da história local, inclusive o solo de tabatinga da antiga lagoa do Boqueirão. A primeira camada superficial de 10 a 15 centímetros de concreto que cobria o solo foi reaproveitada para usar como material drenante grosso no fundo dos jardins de chuva e como dissipador de força na entrada da água, evitando remoção e descarte desse material. Testes de percolação foram feitos para garantir a correta infiltração das águas. As escavações dos três jardins de chuva foram preenchidas com camadas de materiais inertes com diferentes granulometrias. Para evitar que a matéria orgânica descesse, foi colocada uma camada de sombrite (material plástico que deixa a água passar e impede que partículas maiores atravessem e sedimentem a camadas drenantes e de acomodação da água).

Figura 9 — Jardim de chuva traz a natureza de volta para a cidade (créditos: Organicidade)



O plantio foi feito em mutirões abertos, usando vários estratos de vegetação: herbáceas, arbustos e árvores, totalizando 90 espécies diferentes ao longo dos três jardins. O jardim já passou no teste das chuvas torrenciais e ainda não transbordou. Em três meses, a vegetação tomou conta dos jardins com muitas flores e frutos, e está sendo manejada para que aconteça a sucessão ecológica natural. Os polinizadores aprovaram a obra e são agora frequentadores assíduos do local. Parcerias com diferentes pesquisadores e universidades foram feitas para monitorar umidade, temperatura, poluentes atmosféricos, fauna e flora. O local é hoje um dos mais procurados da casa de cultura. A nova paisagem do jardim de chuva e da nova grade com permeabilidade

visual transformou a realidade local, com impacto no bairro da Lapa. Os resultados e lições aprendidas são estimulantes, demonstrando que até nos lugares mais áridos a natureza recupera com velocidade e força o seu lugar no ambiente urbano, oferecendo inúmeros benefícios sociais, ambientais e econômicos — ativando os negócios locais.

Referências bibliográficas

Ahern, Jack (2009). Green infrastructure for cities: the spatial dimension. In: Novotny *et al.* Cities of the Future: Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management. IWA Publishing, pp. 267-283.

Beckett, K. P.; Freer-Smith, Peter; Taylor, Gail (2000). Particulate pollution capture by urban trees: Effect of species and windspeed. *Global Change Biology* 6(8):995 — 1003.

Falcon, Antoni (2011). Espacios Verdes Para Una Ciudad Sostenible: planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Primeira edição. Barcelona: Gustavo Gili.

Hart, Leslie Starr (1996). Guiding Principles of Sustainable Design (in Parks and Other Conservation Areas). DIANE Publishing.

Kowarik, Ingo (2011). Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*. Elsevier.

Marineli, Janet (2017). Urban Refuge: How Cities Can Help Rebuild Declining Bee Populations. *Yale Environment 360*. Princeton, 2017. Disponível em <https://e360.yale.edu/features/urban-refuge-how-cities-can-help-rebuild-declining-bee-populations>. Acesso em 20.12.2019.

Revéret, Jean-Pierre (2017). Valeur économique des effets sur la santé de la nature en ville. Quebec. Disponível em https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2267_valeur_economique_effets_sante_nature_ville_revisee.pdf. Acesso em 20.1.2020.

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

2.3. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA FORNECEM, PROMOVEM E RESTAURAM SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Manuela Pereira Reinhard

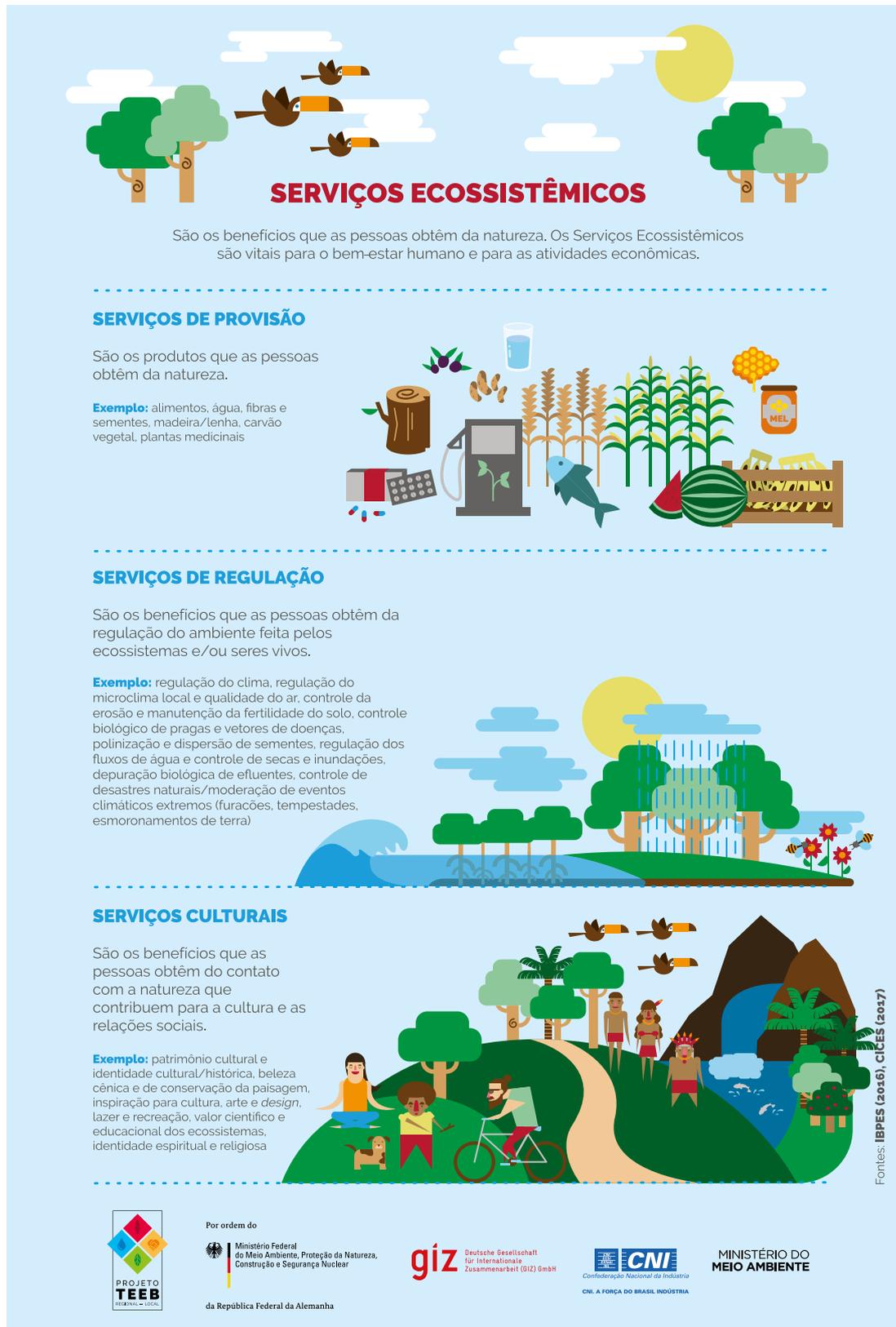
Mensagens principais

- A natureza não tem preço; tem valor.
- Preservar os bens naturais é preservar a vida e o bem-estar nas cidades.
- SBN têm o potencial de fornecer, promover e restaurar serviços ecossistêmicos para um desenvolvimento urbano sustentável.

Introdução

As pessoas, os ecossistemas e a economia estão estreitamente relacionados. A natureza presta serviço para as pessoas quando faz chover regularmente e repõe a oferta de água para uso humano, das indústrias, da agricultura; quando os insetos e outros animais polinizam plantas e possibilitam os frutos dos quais depende boa parte da produção de alimentos; ou quando corais e manguezais funcionam como barreiras que detêm o avanço do mar sobre as áreas costeiras e ilhas ⁽³⁶⁾. A estes serviços, diretos ou indiretos, prestados pela natureza chamamos «serviços ecossistêmicos». Na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM) de 2005, são classificadas quatro categorias de serviços ecossistêmicos: provisão, regulação, culturais e de suporte (ou de apoio ou *habitat*). Iniciativas e sistemas mais recentes, como a [Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos \(IPBES\)](#) e a iniciativa [Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos \(CICES\)](#), usam três categorias: provisão, regulação e culturais (Figura 10). Esta classificação é amplamente usada para mapeamento e avaliação de ecossistemas e do capital natural. IPBES e CICES consideram os serviços de suporte como funções ecossistêmicas, que são as estruturas e processos subjacentes que suportam os serviços ecossistêmicos.

⁽³⁶⁾ FGV, EASP, 2015.

Figura 10 — As três categorias dos serviços ecossistêmicos (créditos: GIZ)

Conceitos como SbN promovem ativamente os serviços ecossistêmicos e os benefícios relacionados para enfrentar de maneira sustentável os desafios no local, tais como escassez de água, segurança alimentar, baixa qualidade da água e do ar, ilhas de calor, enchentes ou erosão⁽³⁷⁾. As SbN são uma forma de aumentar a percepção das pessoas sobre os benefícios que elas obtêm da natureza. Assim como o conceito dos serviços ecossistêmicos, o conceito de SbN tem como objetivo promover o bem-estar humano, ao mesmo tempo em que gera benefícios para a conservação de recursos naturais⁽³⁸⁾. Elas são voltadas a restaurar e/ou modificar sistemas ecológicos para aumentar a quantidade, qualidade e sustentabilidade de serviços específicos que estes sistemas fornecem, ou a construir novos sistemas ecológicos que fornecem serviços ecossistêmicos⁽³⁹⁾.

Uma vez que as ações humanas dependem e impactam os serviços ecossistêmicos, é de grande importância que o planejamento urbano integre o conceito dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano.

Os serviços ecossistêmicos em processos de tomada de decisão

O que caracterizou o conceito de serviços ecossistêmicos desde a sua origem em debates científicos no final da década de noventa foi o vínculo explícito com a tomada de decisão, uma vez que mostra a dependência que o bem-estar humano tem da natureza, e deixa claro que não deve haver conflitos de escolha, ou seja, *trade-offs* entre o desenvolvimento humano sustentável e a conservação da natureza.

No entanto, a sociedade e o governo muitas vezes não reconhecem o valor dos serviços ecossistêmicos, que conseqüentemente recebem pouca importância ou são completamente ignorados na tomada de decisões. O desenvolvimento de políticas e estratégias visando uma qualidade de vida sustentável torna-se mais difícil quando o valor dos ecossistemas e seus benefícios ao bem-estar econômico e social dos seres humanos são desconhecidos ou desconsiderados. No entanto, recentemente, grandes esforços estão em andamento para trazer os serviços ecossistêmicos e seus valores para políticas, financiamentos e gestão pública e privada em vários países⁽⁴⁰⁾. O foco nos serviços ecossistêmicos promove a implementação de medidas e políticas favoráveis à biodiversidade e aos recursos naturais em áreas urbanas, periurbanas e rurais.

Geralmente, a mensuração do valor quantitativo de serviços ecossistêmicos é baseada na valoração econômica e monetização dos benefícios gerados pelos ecossistemas. Esta mensuração permite comparações entre diferentes serviços ecossistêmicos e medidas para sua preservação e assim oferece argumentos sólidos para tomadas de decisões⁽⁴¹⁾. Apesar de essas medidas monetárias terem sido bem aceitas na valoração de serviços ecossistêmicos de regulação e provisão, elas trazem dificuldades metodológicas inerentes aos procedimentos de aferição econômica ambiental quando é necessário monetizar benefícios culturais que a natureza oferece nas cidades. A razão para tanto é que as diversas e importantes dimensões de valor tidas como imateriais e intangíveis que determinam os serviços ecossistêmicos culturais limitam uma mensuração quantitativa. Os benefícios culturais gerados pelos ecossistemas dependem de inúmeros fatores que muitas vezes são subjetivos, sem medida quantitativa e dimensão econômica. Sendo assim, os valores associados a um serviço ecossistêmico cultural, como identidade cultural ou espiritual, podem variar dependendo do local e entre as pessoas, desta forma dificultando a sua expressão em valores monetários⁽⁴²⁾. Existem algumas metodologias ou padrões que possibilitam acessar aspectos culturais associados aos territórios (ver GVces 2016), mas que são pouco usadas no planejamento do território.

Uma melhor capacidade de avaliar e valorizar os benefícios dos serviços ecossistêmicos pode ajudar planejadores e gestores urbanos a entender como as ações humanas dependem e impactam os serviços ecossistêmicos e como integrar o conceito dos serviços ecossistêmicos no planejamento urbano⁽⁴³⁾. A Figura 11 traz o exemplo do valor de manguezais em áreas costeiras povoadas: manguezais servem como barreira contra eventos

⁽³⁷⁾ Genneletti, 2020.

⁽³⁸⁾ FGV, EASP, 2017.

⁽³⁹⁾ Eggermont, 2015.

⁽⁴⁰⁾ MMA, GIZ, 2018; Bratman *et al.*, 2019.

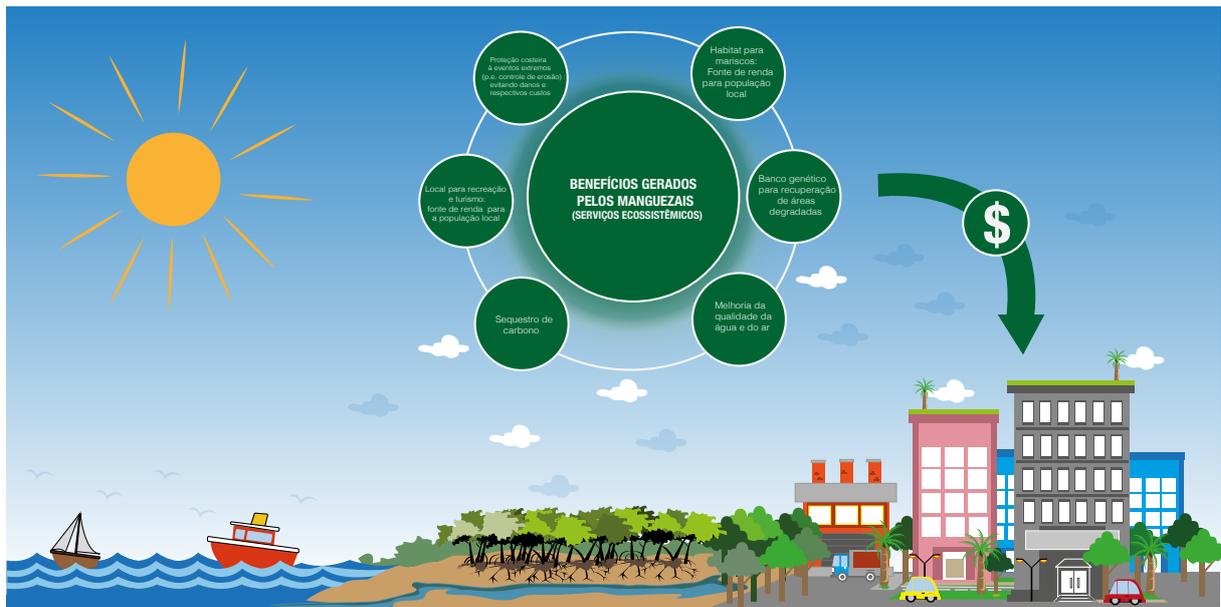
⁽⁴¹⁾ Ver estudo de caso deste capítulo.

⁽⁴²⁾ GVces, 2016.

⁽⁴³⁾ TEEB, 2010; MMA, GIZ, 2018.

extremos (p. ex., tempestades no mar e ventos fortes), evitando assim danos na área costeira e respectivos custos. Ao mesmo tempo, são *habitat* para mariscos como caranguejos e peixes e servem como fonte de renda para a população local, que também pode se beneficiar utilizando os manguezais como local para recreação e turismo ecológico (serviços ecossistêmicos culturais). Um estudo de valoração econômica, por exemplo, de um manguezal de 3,7 ha no México calculou o seu valor em cerca de 4 milhões de EUR por ano, dando argumentos econômicos para a preservação destes ecossistemas ⁽⁴⁴⁾.

Figura 11 — Valores prestados pelo ecossistema de manguezais (créditos: a autora)



As SbN podem contribuir para a preservação de ecossistemas, como os manguezais, quando estes são restaurados e assim reativados na sua prestação de serviços ecossistêmicos a longo prazo ⁽⁴⁵⁾. Neste caso, as medidas de SbN servem como Adaptações baseadas em Ecossistemas (AbE) e tornam-se em serviços ambientais, que são atividades humanas que favorecem a conservação e/ou melhoria dos ecossistemas e, conseqüentemente, dos serviços prestados por estes ⁽⁴⁶⁾.

A provisão de serviços ecossistêmicos é afetada de várias maneiras e depende da disponibilidade e distribuição espacial dos ecossistemas e da introdução de SbN para regenerar serviços ecossistêmicos perdidos durante o processo de, por exemplo, urbanização. As decisões de ordenamento territorial tomadas durante o processo de planejamento determinam a disponibilidade de serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem-estar das pessoas. O planejamento urbano é um exemplo de processo de tomada de decisão, em que são abordadas questões políticas complexas, estão envolvidos grupos de interesse distintos e aparecem múltiplos valores dos serviços ecossistêmicos. Ao definir o arranjo espacial do uso da terra, o planejamento urbano influencia a demanda por serviços ecossistêmicos, uma vez que determina a distribuição da população e das funções urbanas. Portanto, tornar o planejamento urbano ciente dos serviços ecossistêmicos e seus valores, e possivelmente considerando SbN para atingir os objetivos dos planos, e avaliar os impactos das ações de planejamento na oferta destes serviços é fundamental para garantir que os benefícios da natureza sejam preservados e aprimorados ⁽⁴⁷⁾.

⁽⁴⁴⁾ CONANP-GIZ, 2017.

⁽⁴⁵⁾ IUCN, 2016.

⁽⁴⁶⁾ MMA, 2018.

⁽⁴⁷⁾ Geneletti, 2020; Giz, 2019.

Características principais dos serviços ecossistêmicos

Para assegurar a integração dos serviços ecossistêmicos em tomadas de decisão, é indispensável conhecer as características principais dos serviços ecossistêmicos, que se enquadram nas dinâmicas espacial e temporal, assim como os *trade-offs* e sinergias ⁽⁴⁸⁾.

Na avaliação das condições e das tendências dos serviços ecossistêmicos, a compreensão clara sobre a escala, o padrão espacial e o tempo dos fluxos dos serviços ecossistêmicos pode levar a políticas ambientais e urbanas, bem como a intervenções de gestão mais eficazes. A este respeito é importante ressaltar que os serviços ecossistêmicos não são homogêneos. Eles não são fenômenos estáticos, se diferenciam conforme a paisagem, são heterogêneos no espaço e evoluem ao longo do tempo. A provisão deles é uma função da configuração espacial dos ecossistemas, por exemplo tipo de vegetação ou cobertura da terra. Os serviços passam por «mudanças» desde o local em que são gerados até o local da sua utilização em três formas ⁽⁴⁹⁾:

- Processos biofísicos que mudam ao longo do território;
- Benefícios e beneficiários que mudam através da paisagem;
- Custos de fornecimento que variam dependendo de sua localização na paisagem.

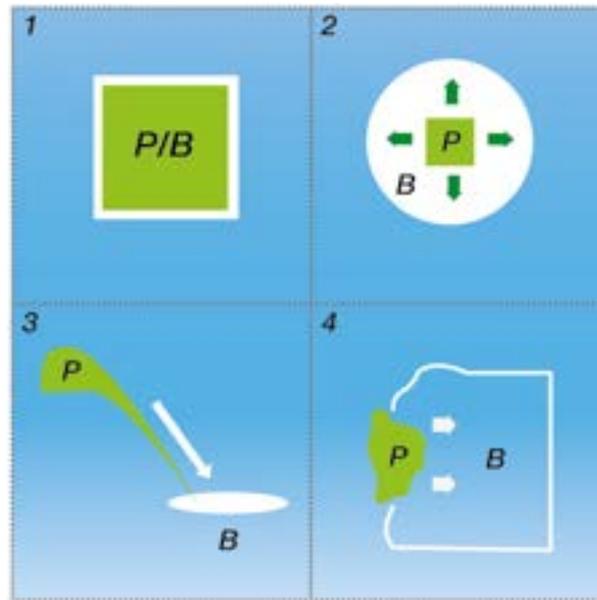
Impactos são altamente específicos no local, assim a intensidade da perturbação depende do receptor final, por exemplo, o impacto de inundações dependerá do tamanho ou da localização da comunidade ⁽⁵⁰⁾ afetada. A incompatibilidade espacial entre a área onde o serviço ecossistêmico é produzido e a área que se beneficia dele é um desafio nas tomadas de decisões. A Figura 12 mostra possíveis relações espaciais entre as áreas de produção de serviço (P) e as áreas de benefícios do serviço (B).

⁽⁴⁸⁾ Giz, 2019.

⁽⁴⁹⁾ *Idem*.

⁽⁵⁰⁾ *Idem*.

Figura 12 — Possíveis relações espaciais entre áreas de produção de serviços (P) e áreas de benefícios de serviços (B)



No painel 1, tanto a prestação de serviços quanto o benefício ocorrem no mesmo local (por exemplo, formação do solo, fornecimento de matérias-primas).

No painel 2, o serviço é fornecido de forma omnidirecional e beneficia a paisagem circundante (por exemplo, polinização, sequestro de carbono).

Os painéis 3 e 4 demonstram serviços que possuem benefícios direcionais específicos.

No painel 3, as unidades descendentes se beneficiam de serviços prestados em áreas elevadas, por exemplo, serviços de regulação da água fornecidos por encostas florestais.

No painel 4, a unidade de prestação de serviços poderiam ser zonas úmidas costeiras, fornecendo proteção contra tempestades e inundações a um litoral. (Fonte: adaptado de Fisher et al., 2009)

Assim como os serviços e benefícios mudam no espaço, também mudam no tempo por três motivos ⁽⁵¹⁾:

- As condições ecológicas e os processos mudam com o tempo;
- As preferências e as necessidades da sociedade mudam no decorrer do tempo, o que possivelmente muda o modo como a sociedade valora e utiliza os serviços ecossistêmicos;
- A preferência pelo recebimento do benefício é dependente do tempo — quanto antes melhor.

Esse conhecimento é um elemento essencial quando tomadores de decisão pretendem assegurar um desenvolvimento sustentável que inclui um planejamento para as gerações atuais e futuras com o mesmo direito de acesso aos benefícios prestados pela natureza (serviços ecossistêmicos).

Sinergias e *trade-offs* são outras características importantes dos serviços ecossistêmicos que precisam ser consideradas nas tomadas de decisão. Fala-se de sinergia entre serviços ecossistêmicos quando se promove uma maior combinação de serviços. Por exemplo, a manutenção da qualidade do solo pode promover a produção primária, aumentar o armazenamento de carbono, ajudar a regular os fluxos de água e melhorar a maioria dos serviços de abastecimento, principalmente alimentos ⁽⁵²⁾.

⁽⁵¹⁾ GIZ, 2019.

⁽⁵²⁾ *Idem*.

Existe um *trade-off* quando uma decisão causa a perda de determinada quantidade ou qualidade de um serviço em troca de obter certa qualidade ou quantidade de outro. Portanto, não é possível, por exemplo, fazer o manejo de uma mesma área florestal para a produção intensiva de madeira e para a proteção do *habitat*. Existem serviços ecossistêmicos que são mutuamente excludentes ⁽⁵³⁾.

Os *trade-offs* de serviços ecossistêmicos manifestam-se quando pessoas fazem escolhas de gestão. A integração dos serviços ecossistêmicos em tomadas de decisão quase inevitavelmente requer lidar com alguma forma de *trade-off* — reversível ou irreversível. O último resulta em uma alteração permanente dos serviços ecossistêmicos gerados. Esta questão da distribuição é fundamental, pois os *trade-offs* estão, inerente e inevitavelmente, relacionados com a equidade e os direitos de diferentes grupos e com as preferências e necessidades de um grupo ou pessoa em detrimento de outros. Em alguns casos, um *trade-off* pode ser uma escolha explícita, mas em outros, surge sem intenção ou mesmo consciência de que esteja ocorrendo ⁽⁵⁴⁾.

A análise de *trade-offs* ou sinergias entre serviços ecossistêmicos pode promover uma tomada de decisão que considera um equilíbrio dos custos e benefícios dos diversos usos humanos dos ecossistemas. Articular e melhor compreender *trade-offs* e sinergias permite analisar quem ganha ou perde com a mudança do uso da terra. Esse conhecimento faz entender o que é importante para o desenho e avaliação de políticas ambientais e econômicas que buscam equilibrar as necessidades de recursos naturais (alimentos, fibras, pesca, recreação e abastecimento de água) ⁽⁵⁵⁾.

Conclusão: SbN e serviços ecossistêmicos para um desenvolvimento sustentável

Uma vez que SbN são definidas como ações inspiradas pela natureza, de apoio à natureza ou reproduzindo a natureza, precisa-se entender ⁽⁵⁶⁾, antes de as implementar, quais os serviços ecossistêmicos que essa SbN a ser implementada tende a promover, quais são os *trade-offs* e como são as dinâmicas espaciais e temporais desses serviços ecossistêmicos. Dessa forma, as SbN podem ajudar a mitigar os impactos, por exemplo, induzidos pelas mudanças do clima ⁽⁵⁷⁾ e servir como opções proativas de adaptação para municípios ⁽⁵⁸⁾. As SbN visam explorar situações em que todos saem ganhando, mas podem causar também incertezas e *trade-offs*. O desenho de ecossistemas artificiais considera, em muitos casos, somente alguns serviços ecossistêmicos e enfrenta *trade-offs* entre diferentes serviços ecossistêmicos. A documentação e análise dos possíveis enfrentamentos e sinergias entre os serviços ecossistêmicos e das expectativas das partes interessadas devem estar, portanto, no cerne da identificação e implementação das SbN ⁽⁵⁹⁾.

As SbN têm o potencial de fornecer, promover e restaurar serviços ecossistêmicos, tais como controle de inundação e erosão, purificação de água, provisão de alimentos ou sequestro de carbono ⁽⁶⁰⁾ e de ajudar a integrar diferentes atores e setores no município para apoiar tomadas de decisão ambientais. Assim, as SbN servem como solução inteligente no uso de ecossistemas para enfrentar inúmeros desafios ambientais, sociais e econômicos de maneira sustentável ⁽⁶¹⁾.

⁽⁵³⁾ Lautenbach *et al.*, 2010; GIZ, 2019.

⁽⁵⁴⁾ Deng *et al.*, 2016; GIZ, 2019.

⁽⁵⁵⁾ Deng *et al.*, 2016; GIZ, 2019.

⁽⁵⁶⁾ Liqueite *et al.*, 2016.

⁽⁵⁷⁾ Ver capítulo 2.1 nesse livro.

⁽⁵⁸⁾ Kabisch, 2016; Eggermont *et al.*, 2015.

⁽⁵⁹⁾ Eggermont *et al.*, 2015.

⁽⁶⁰⁾ Keesstra *et al.*, 2018.

⁽⁶¹⁾ Liqueite *et al.*, 2016.

Estudo de caso: filtro natural — área úmida de Nakivubo em Kampala, Uganda

As áreas úmidas de Nakivubo, ao lado da capital de Uganda, Kampala, fornecem um serviço ecossistêmico importante: purificação de águas residuais de água de esgoto de Kampala, especialmente através da retenção de nutrientes. Quando o município planejou drenar as áreas úmidas para aumentar as áreas agrícolas na redondeza de Kampala e substituir o serviço de purificação de Nakivubo por uma estação de tratamento de águas residuais, foi feita uma valoração econômica dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas (*Wetlands*) de Nakivubo. Um estudo da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) estimou os valores de retenção de águas residuais e nutrientes do Nakivubo por meio de dois métodos diferentes: (1) custos evitados de substituir as funções naturais das áreas úmidas por alternativas de engenharia; e (2) despesas anteriores na mitigação ou compensação dos efeitos da perda das áreas úmidas. A valoração econômica de Nakivubo mostrou que a ETE que substituiria a função da área úmida custaria mais de 1,8 milhões de EUR para manutenção a cada ano. Além de exigir que a comunidade local arcasse com o custo por um serviço que a zona úmida já prestava, o estabelecimento de uma estação de tratamento também teria causado perda de meios de subsistência para a população local (Depietri 2015; TEEB 2011; Emerton *et al.*, 1999).

(Veja o estudo de caso no próximo capítulo.)

Referências bibliográficas

Bratmann, G. N.; Anderson, C. B.; Bermann, M. G.; Cochran, B.; de Vries, S.; Flanders, J.; Folke, C.; Frumkin, H.; Gross, J.; Hartig, T.; Kahn Jr., P. H.; Kuo, M.; Lawler, J. J.; Levin, P.; S. Lindahl, T.; Meyer-Lindenberg, A.; Mitchel, R.; Ouyang, Z.; Roe, J.; Scarlett, L.; Smith, J. R.; van den Bosch, M.; Wheeler, B. W.; White, M. P.; Zheng, H.; Daily, G., C. (2019): Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Sci. Adv.* 2019; 5: 2-14.

CONANP-GIZ (2017). Valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel. Ciudad de México. Proyecto de Valoración de Servicios Ecosistémicos de Áreas Naturales Protegidas Federales de México: una herramienta innovadora para el financiamiento de biodiversidad y cambio climático (EcoValor MX). Ciudad de México: 92 p.

Deng, X.; Li, Z.; Gibson, J. (2016). A review on trade-off analysis of ecosystem services for sustainable land-use management. *J. Geogr. Sci.* 2016, 26(7): 953-968. DOI: 10.1007/s11442-016-1309-9.

Depietri, Y. (2015). Ecosystem Services in Practice: Well-being and Vulnerability of two European Urban Areas. PhD Thesis, Programme in Environmental Sciences, Autonomous University of Barcelona: 231 p.

Eggermont, H.; Balian, E.; Azevedo, J.N.M.; Beumer, V.; Brodin, T.; Claudet, J.; Fady, B.; Grube, M.; Keune, H.; Lamarque, P.; Reuter, K.; Smith, M.; van Ham, C.; Weisser, W.W.; Le Roux, X. (2015). Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. *Revista GAIA* 24/4 (2015): 243-248.

Emerton, L.; Iyango, L.; Luwum, P.; Malinga, A. (1999). The Economic Value of Nakivubo Urban Wetland, Uganda. IUCN — The World Conservation Union, Eastern Africa Regional Office, Nairobi: 30 p.

FGV EASP (2015). Serviços Ecosistêmicos. Revista P22 do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas Grupo Boticário. Edição outubro 2015: 14 p.

FGV EASP (2017). Soluções baseadas na Natureza. Revista P22 do Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas e Grupo Boticário. Edição dezembro 2017: 23 p.

Fisher, B.; Turner, R.K.; Morling, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643-653.

Geneletti, D.; Cortinovis, C.; Zardo, L.; Esmail, B.A. (2020). Planning for Ecosystem Services in Cities. Springer Briefs in Environmental Science, Springer Open. Cham/Switzerland: 87 p.

GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH) (2018). Imagem Serviços Ecosistêmicos produzido no contexto do Projeto TEEB Regional-Local. Disponível no sítio Web do Ministério do Meio Ambiente, https://www.mma.gov.br/images/imagens/biodiversidade/Economia%20dos%20Ecosistemas%20e%20da%20Biodiversidade/Imagens_Videos/TEEB_infosSE_Servi%C3%A7osEcosist%C3%AAmicos.jpg. Acesso em 26.7.2019.

GIZ (2019). Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento — Uma abordagem passo-a-passo para profissionais. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Autores: Marina Kosmus, Isabel Renner, Silvia Ullrich, Lucy Emerton. Bonn, Eschborn/Alemanha: 116 p.

GVces (2016). Diretrizes Empresariais para Valoração Não Econômica de Serviços Ecosistêmicos Culturais. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 54 p.

IUCN (2016). Mangroves: Reducing the risk of disaster through nature-based solutions. Vídeo da International Union for the Conservation of Nature (IUCN). Disponível em <https://www.preventionweb.net/english/professional/multimedia/v.php?id=49020>. Acesso em 4.12.2019.

Kabisch, N.; Frantzeskaki, N.; Pauleit, S.; Naumann, S.; Davis, M.; Artmann, M.; Haase, D.; Knapp, S.; Korn, H.; Stadler, J.; Zaunberger, K.; Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society* 21(2): 39. Disponível em <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08373-210239>.

Keesstra, S.; Nunes, J.; Novara, A.; Finger, D.; Avear, D.; Kalantari, Z.; Cerdà, A. (2018): The superior effect of nature-based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of The Total Environment*, Volumes 610-611 01/2018: p. 997-1009.

Landscape Ecology, Leipzig, Germany, Institute of Soil Science and Site Ecology, Dresden University of Technology, Tharandt, Germany. 8 p.

Lautenbach, S.; Volk, M.; Gruberi, B.; Dormanni, C.F.; Strauch, M.; Seppelt, R. (2010). Quantifying Ecosystem Service Trade-offs. UFZ — Helmholtz Centre for Environmental Research, Department of Computational.

Liquete, C.; Udias, A.; Conte, G.; Grizetti, B.; Masi, F. (2016). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment*. Volume 579, 1 February 2017, p. 1215-1227.

MMA (2018). Serviços Ambientais. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Economia dos Ecosistemas e da Biodiversidade — Serviços Ecosistêmicos. Disponível no sítio Web do MMA, <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html#servi%C3%A7os-ambientais>. Acesso em 4.12.2019.

MMA, GIZ (2018). Mapeamento dos Serviços Ecosistêmicos no Território — Cartilha Metodológica: A experiência de Duque de Caxias (RJ). Publicação do Projeto TEEB Regional — Local. Brasília/Brasil: 64 p.

TEEB — The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2011). TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. Disponível em www.teebweb.org. Acesso em 20.1.2020.

2.4. DESAFIOS MUNDIAIS E AS RESPOSTAS QUE AS SBN ESTÃO DANDO ÀS QUESTÕES RELACIONADAS À ÁGUA

Rebecca Welling e James Dalton

Mensagens principais

- A infraestrutura verde, uma Sbn, pode oferecer diversos benefícios para áreas urbanas, reduzindo o risco de inundações e mitigando os impactos das mudanças climáticas. Essa infraestrutura inclui telhados verdes, armazenamento de água da chuva, calçamentos permeáveis e a biorretenção por meio de espaços verdes, entre outros.
- O investimento em práticas de restauração de bacias hidrográficas a montante e de gestão sustentável de terras pode proteger o abastecimento de água para as cidades a jusante, bem como aprimorar a qualidade da água potável. Práticas agrícolas aprimoradas para estabilizar solos e reduzir a erosão, bem como reduzir os níveis de poluição das atividades agrícolas, podem aprimorar o abastecimento de água para as cidades.
- Equilibrar as Sbn com as soluções cinza pode proporcionar soluções híbridas ideais para ambientes urbanos. O projeto, planejamento e os investimentos devem concentrar-se em portfólios mistos de infraestrutura construída e natural/verde para atender ao desenvolvimento socioeconômico e à sustentabilidade ambiental das cidades no futuro.

Introdução

A expectativa de crescimento da população mundial é de 9,4 a 10,2 bilhões até 2050, com dois terços da população morando em centros urbanos ⁽⁶²⁾. Segundo as mais recentes projeções da ONU ⁽⁶³⁾, até 2100, a humanidade morará predominantemente em áreas urbanas, com 80-90 % das pessoas morando em cidades. Ao mesmo tempo, o aumento das temperaturas, a falta de água, o excesso de chuva e o armazenamento de água são os problemas que as cidades enfrentam no contexto das mudanças climáticas ⁽⁶⁴⁾. Os recentes casos do «Dia Zero» de Cape Town ⁽⁶⁵⁾, quando as torneiras da cidade iriam secar, ou do Furacão Harvey ⁽⁶⁶⁾, que atingiu a cidade de Houston, nos EUA, confirmam as consequências devastadoras que o excesso ou a falta de água podem ter sobre o ambiente urbano no contexto das mudanças climáticas.

Nesse contexto de projeções e tendências, lidar com a segurança hídrica por meio da garantia de um abastecimento de água sustentável será fundamental para a sobrevivência e o desenvolvimento sustentável dessas áreas urbanas e se apresenta como um grande desafio global nos próximos anos ⁽⁶⁷⁾. A segurança hídrica, em sua essência, refere-se à adaptabilidade de um sistema em todos os níveis ⁽⁶⁸⁾, assegurando resiliência contra choques, variabilidades e perturbações futuras. Dessa maneira, as Sbn se tornam cruciais no atendimento das necessidades de segurança hídrica das cidades nos próximos anos e décadas. Investir na natureza e garantir a saúde dos ecossistemas que oferecem serviços ecossistêmicos para a disponibilidade e a qualidade de água serão as soluções para o desenvolvimento sustentável em um mundo com uma população cada vez mais urbana. A infraestrutura verde ou natural é uma Sbn que pode contribuir para reduzir o risco de inundações urbanas, mitigar o efeito da ilha de calor urbano e oferecer suporte ao fornecimento de água de boa qualidade para as cidades.

O infográfico abaixo demonstra as intervenções da infraestrutura verde/natural, da Sbn relacionada à infraestrutura, no contexto tanto urbano quanto rural. Nas cidades, há muitas possibilidades para intervenções

⁽⁶²⁾ UNESCO (2017). *World Population Prospects: Key Findings and Advance Tables — The 2017 Revision*. Working Paper No. ESA/P/WP/248. New York, UNDESA, Population Division.

⁽⁶³⁾ <https://population.un.org/wpp/>

⁽⁶⁴⁾ <https://www.arcadis.com/en/global/what-we-do/our-projects/asia/china/wuhan-sponge-city/>

⁽⁶⁵⁾ <https://theconversation.com/day-zero-is-meant-to-cut-cape-towns-water-use-what-is-it-and-is-it-working-92055>

⁽⁶⁶⁾ <https://www.worldweatherattribution.org/hurricane-harvey-august-2017/>

⁽⁶⁷⁾ WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a sustainable world*. United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).

⁽⁶⁸⁾ UN Water (2013). *Water Security & the UN-Water — Analytical Brief*, United Nations University.

de SbN, tais como telhados verdes para captar água da chuva, proporcionando infiltração e biorretenção por meio de espaços verdes ⁽⁶⁹⁾, bem como olhar de modo mais amplo para as bacias/terrenos, podendo identificar soluções para restaurar o ecossistema a montante de áreas urbanizadas, no intuito de melhorar o abastecimento de água para as cidades. A gestão hídrica em municípios precisa evoluir rumo a infraestruturas naturais/verdes e cinzas combinadas, sistemas de boa governança, microfinanciamento para intervenções em escala comunitária e estratégias para a redução de risco de desastre e para a resiliência da comunidade ⁽⁷⁰⁾. Apresentamos a seguir alguns exemplos de SbN dentro e ao redor de cidades.

Figura 13 — Infraestrutura natural/verde para gestão da água em áreas rurais e urbanas — infográfico do Programa de Água da IUCN (International Union for Conservation of Nature, União Internacional pela Preservação da Natureza, 2015)

Infraestrutura Natural para a Gestão Hídrica

Investimento na natureza para objetivos diversos



Redução do risco de inundações urbanas «verdeando» cidades

Um dos impactos da mudança do clima é o aumento do risco de inundações em áreas urbanas em muitas regiões ao redor do mundo. Os sistemas tradicionais de drenagem que dependem de soluções cinza (de engenharia)

⁽⁶⁹⁾ Ver capítulo 3.2 nesse livro.

⁽⁷⁰⁾ <http://www.fao.org/3/I8707EN/i8707en.pdf>

não conseguem dar a resiliência necessária no contexto das mudanças climáticas. As estratégias de adaptação e as intervenções terão de desenvolver infraestruturas verde-cinza, que oferecem vários benefícios, além da mitigação de inundações, incluindo benefícios socioculturais conjuntos, para o bem-estar e para a saúde ⁽⁷¹⁾. Estudos mostram que telhados verdes, espaços verdes abertos e florestas urbanas podem ajudar a absorver o excesso de água da chuva e reduzir o risco de inundações nas cidades, bem como mitigar o efeito de ilha de calor urbano ⁽⁷²⁾ ⁽⁷³⁾ ⁽⁷⁴⁾. Os telhados verdes, por exemplo servem para finalidades diversas, tais como absorver a água da chuva, proporcionar isolamento, criar *habitats* para espécies, melhorar a saúde mental dos habitantes da cidade, fornecendo uma paisagem esteticamente mais agradável e moderando o efeito de ilha de calor urbano ⁽⁷⁵⁾.

Estudo de caso: aprendendo sobre Wuhan, na China, ou a «Cidade esponja», através do projeto GrowGreen financiado pela UE ⁽⁷⁶⁾

O projeto GrowGreen tem como meta promover cidades resilientes em termos de clima e água, oferecendo suporte aos investimentos em SbN como parte do planejamento urbano, unindo forças com as cidades e especialistas europeus e do resto do mundo. Objetiva influenciar e inspirar SbN em cidades, para isso, a inovação e o pensamento sistêmico desempenham papéis fundamentais.

Figura 14 — Mapa dos locais com projetos GrowGreen (créditos: Grow Green)



Em resposta às crescentes ameaças de segurança hídrica, a cidade de Wuhan, na China, introduziu um novo projeto urbano e abordagem de planejamento, cunhado como «cidade esponja». Esse novo projeto tem o objetivo de criar infraestrutura tendo em mente enfrentar os impactos das mudanças climáticas, assegurando a eficácia

⁽⁷¹⁾ Alves, A.; Vojinovic, Z.; Kapelan, Z.; Sanchez, A.; Gersonius, B. (forthcoming article in press), *Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation*, Science of the Total Environment.

⁽⁷²⁾ <http://www.fao.org/3/I8707EN/I8707en.pdf>

⁽⁷³⁾ Alves, A.; Vojinovic, Z.; Kapelan, Z.; Sanchez, A.; Gersonius, B. (forthcoming article in press), *Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation*, Science of the Total Environment.

⁽⁷⁴⁾ Kazmierczak, A. & Carter, J. (2010). *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure*. A database of case studies, Database prepared at the University of Manchester for the Interreg IVC Green and blue space adaptation for urban areas and eco towns (GRaBS) project.

⁽⁷⁵⁾ IUCN GrowGreen project Shorthand: <https://digital.iucn.org/nature-based-solutions/nature-in-the-city/>

⁽⁷⁶⁾ <https://www.iucn.org/news/water/201812/growgreen-chinese-cities-grow-and-it-need-green>

na absorção da água, no armazenamento e purificação da água. Com o uso desse tipo de infraestrutura e projeto, as cidades conseguem fazer frente a grandes quantidades de água ocasionadas por eventos climáticos, a reutilizar a água da chuva em tempos de seca e a lidar com alagamentos extremos.

As elevadas taxas de urbanização da China demonstram o objetivo de expandir o crescimento nacional. A estratégia de crescimento por meio de aumento de consumo de uma maior quantidade de moradores das cidades pode ser relevante, contudo, a introdução de natureza nas cidades é outra forma barata e sustentável para alavancar o desenvolvimento. Os serviços ecossistêmicos que a natureza oferece como, por exemplo, as áreas úmidas (*Wetlands*), florestas e rios, podem ajudar a manter a resiliência urbana, a saúde e o bem-estar da população, a biodiversidade e oportunidades de emprego. Os benefícios podem incluir o sequestro de carbono, purificação da água, mitigação de inundações, redução do calor em áreas urbanas, filtragem do ar e fornecimento de *habitats* para citar apenas alguns. Assim como em muitos locais no mundo, a China se preocupa com as inundações causadas pelas mudanças climáticas. Lançada em 2015, a Iniciativa para Cidade Esponja investe em projetos que objetivam absorver a água que causa inundações e alagamentos. Os projetos estão sendo criados em 30 cidades espalhadas pela China. Até 2020, a China espera que 80 % de suas áreas urbanas irão absorver e reutilizar pelo menos 70 % da água da chuva. Até o momento, essas cidades receberam mais de \$12 bilhões para os projetos esponja.

Wuhan, a segunda cidade de crescimento mais rápido da China, localiza-se na confluência dos Rios Han e Yangtze. A cidade está sob risco de inundações e a maioria dos numerosos lagos da cidade tem água de baixa qualidade. Para lidar com essas questões, Wuhan faz parte do programa de Cidades Esponja. Em visita a alguns locais de demonstração, conhecemos diversos tipos de espaços verdes e urbanos que permitem a infiltração e o armazenamento da água da chuva, incluindo jardins de chuva, calçamentos permeáveis, valetas e piscinões. Embora o foco ainda esteja muito voltado para as questões de infraestrutura externa, a biodiversidade e as comunidades também irão se beneficiar.

Figura 15 — Infográfico «o que o espaço verde pode fazer» (créditos: Greenspace Scotland)



Gestão sustentável da parte superior da bacia para qualidade de água e abastecimento

A condição dos sistemas naturais que ajudam a coletar, armazenar, limpar, conduzir a água e os sedimentos por meio de infiltração, realimentação das águas subterrâneas, controle da erosão, etc. pode alterar os processos hidrológicos, o que afeta o volume e o tempo do escoamento da água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes. Isto, por sua vez, pode afetar a condição ecológica dos rios e reservatórios, com implicações para prover o abastecimento de água para as cidades e os assentamentos urbanos a jusante⁽⁷⁷⁾. No mundo todo, os municípios dependem das bacias e, no entanto, foram a expansão urbana e as mudanças na ocupação do solo que contribuíram para a degradação das bacias hidrográficas, aumentando a exposição das cidades e as vulnerabilidades aos perigos relacionados à água, incluindo o abastecimento de água reduzido e a má qualidade da água potável⁽⁷⁸⁾. A gestão sustentável das bacias precisa tratar dessa degradação, equilibrando a demanda desse recurso natural entre os diversos usuários a montante e a jusante. Isso pode ser feito através de abordagens de gestão das bacias hidrográficas como o reflorestamento, a recuperação de rios ou brejos e da regulação das áreas de enchente e inundação.

Além disso, quando combinadas adequadamente com obras de engenharia, essas abordagens podem propiciar soluções complementares para ajudar a atingir as metas do desenvolvimento urbano, bem como para proteger a população e os investimentos em desenvolvimento em relação aos desafios relacionados à água e às mudanças climáticas. A gestão bem-sucedida das bacias hidrográficas se fundamenta na boa governança e nos sistemas de gestão que operam em múltiplas escalas orientadas pelo engajamento inclusivo dos diversos atores e com transparência. Isso exige compromissos políticos, técnicos e financeiros de longo prazo e mudanças comportamentais, bem como participação ativa da comunidade local e desenvolvimento de confiança entre as diferentes escalas e grupos agentes envolvidos⁽⁷⁹⁾.

Estudo de caso: gestão da parte superior da bacia hidrográfica para assegurar o abastecimento e a qualidade da água para a cidade de Nova Iorque, EUA⁽⁸⁰⁾

Nova Iorque é uma das cidades com maior densidade demográfica do planeta, contando com 9 milhões de residentes, que recebem seu abastecimento de água potável predominantemente das bacias hidrográficas das áreas rurais de Catskill e Delaware, bem como da bacia de Croton, uma área menor e mais industrializada. As florestas constituem 75 % da área total do solo nessas bacias hidrográficas. A propriedade das terras é diversificada, sendo que a Cidade de Nova Iorque tem a titularidade de menos de 10 % das bacias que abastecem a cidade com água. O Parque Estadual de Catskill e a Área de Conservação da Floresta de Catskill protegem cerca de 25 % da bacia hidrográfica de novos empreendimentos.

Juntas, as três bacias levam diariamente cerca de 5 bilhões de litros de água para a Cidade de Nova Iorque e região metropolitana. A bacia de Catskill/Delaware, localizada a cerca de 160 km a noroeste de Nova Iorque, abastece 90 % da água potável da cidade. A bacia se estende por mais de 4 140 km² do território de cinco condados, consistindo em seis grandes reservatórios — os Reservatórios de Ashokan e Schoharie do Sistema de Catskill e os Reservatórios Rondout, Neversink, Pepacton e Cannonsville do Sistema de Delaware. O Croton é o sistema mais antigo da cidade, datando de 1842. Ele cobre cerca de 984 km² e abastece cerca de 10 % das necessidades da cidade. Muitas indústrias e municípios a jusante também dependem da água de Delaware, incluindo a Cidade de Filadélfia.

⁽⁷⁷⁾ Smith, M. and Barchiesi, S. (2009). *Environment as Infrastructure: Resilience to Climate Change Impacts of Water Through Investments in Nature*. Perspectives on Water and Climate Change Adaptation. IUCN: Gland, Switzerland. Krchnak, K. et al. (2011). *Putting Nature in Nexus: Investing in Natural Infrastructure to Advance Water-Energy-Food Security*. Background Papers for the Stakeholder Engagement Process, Bonn Conference 2011: The Water, Energy, and Food Security Nexus — Solutions for the Green Economy, p. 1. IUCN and the Nature Conservancy.

⁽⁷⁸⁾ PEDRR (2011). *Managing watersheds for urban resilience — Policy Brief*: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14213/managing_watersheds_for_urban_resilience_PEDRR_policy_brief_2011.pdf?sequence=1&isAllowed

⁽⁷⁹⁾ IUCN Toolkit Rule: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2009-002.pdf>; ver seção 5 nesse livro sobre cocriação. PEDRR (2011). *Managing watersheds for urban resilience — Policy Brief*: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14213/managing_watersheds_for_urban_resilience_PEDRR_policy_brief_2011.pdf?sequence=1&isAllowed=Frantzeskaki, Frantzeskaki, N. (2019). *Seven lessons for planning nature-based solutions in cities*, Environmental Science and Policy 93 101–111.

⁽⁸⁰⁾ IUCN Toolkit PAY: <https://www.iucn.org/content/pay-establishing-payments-watershed-services-1>. Ostfeld et al. (2012). *Climate Change Impacts on Water Management of Freshwater Ecosystems and River Basins: Some Observations on Challenges and Emerging Solutions*. World Bank/WWF (2003), *Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water*.

Na bacia, há 838 municípios e, no total, diariamente são extraídos 33 bilhões de litros de água para usos diversos. Historicamente, essas bacias forneceram água de alta qualidade, mas, na década de 80, aumentaram as preocupações com a poluição. Em 1989, a Agência de Proteção ao Meio Ambiente dos Estados Unidos deu início à exigência de que toda a água potável de superfície distribuída pelo sistema de abastecimento deveria ser filtrada. Essa exigência poderia ser derrubada nos casos em que houvesse processos de tratamento existentes ou serviços naturais da bacia hidrográfica que fornecessem água mais segura. Além da água desviada da cabeceira do rio, existe a preocupação na seção inferior da bacia de Delaware, uma vez que a água salgada da bacia de Delaware pode mover-se a montante caso não haja fluxo de água suficiente de água doce rio abaixo, o que provoca corrosão nas linhas de admissão industriais, sendo uma ameaça ao abastecimento de água potável na Filadélfia e em Nova Jersey.

Em 1992, a cidade de Nova Iorque decidiu investir na proteção das bacias hidrográficas, em vez de investir em novas instalações de filtragem de água, o que teria custado US\$ 6 a 8 bilhões para construir e outros US\$ 300 milhões para sua operação anual. O custo do investimento nas bacias hidrográficas para manter e restaurar a filtragem natural é muito mais baixo, podendo-se utilizar diversos mecanismos para investir nas bacias. O investimento de US\$ 1 a 1,5 bilhões ao longo de 10 anos foi financiado por um aumento de tarifa de 9 % nas contas de água da Cidade de Nova Iorque. Comparativamente, uma nova estação de filtragem teria exigido um aumento duas vezes maior nas contas de água.

Os fundos foram usados para financiar um fundo fiduciário de US\$ 60 milhões para projetos ambientalmente sustentáveis na bacia de Catskill. A cidade ofereceu US\$ 40 milhões a título de reembolso para cobrir gastos adicionais de fazendeiros de laticínios e silvicultores que adotaram as melhores práticas de gestão. Os silvicultores que adotaram a gestão aprimorada de florestas, tal como derrubada de árvores de baixo impacto, receberam outras permissões para novas áreas de corte. Os proprietários de terras com florestas ocupando 20 ha de solo ou mais que concordam em se comprometer com um plano de gestão de florestas de 10 anos têm direito a uma redução de 80 % do imposto municipal sobre a propriedade. A cidade também adquiriu, a preço de mercado, os direitos de exploração de terras de natureza sensível, próximas a reservatórios, áreas alagadas (*Wetlands*) e rios. Os fazendeiros e proprietários de terras com florestas conseguem assinar contratos de 10 a 15 anos com o Ministério da Agricultura dos Estados Unidos para retirar terras naturais sensíveis da produção.

Estudo de caso: solução custo-efetiva para garantir água de qualidade em Kampala, Uganda ⁽⁸¹⁾

Quase um sexto de Kampala, ou 31 km², é coberto por áreas alagadas (*Wetlands*). Embora no Plano Estrutural de Kampala, de 1994, a maior parte das áreas alagadas da cidade seja denominada como «corredores verdes», muitas áreas foram zoneadas para expansão e desenvolvimento urbanos, sendo convertidas para utilização industrial ou gradativamente tomadas por assentamentos. Das 12 principais áreas alagadas da cidade, Nakivubo é a maior. Cobrindo uma superfície de 5,29 km², trata-se de uma área que capta água de uma região que se estende por mais de 40 km². Pelas características e sua localização, Nakivubo proporciona um conjunto importante e único de serviços para os habitantes de Kampala. Funciona como uma grande área receptora de grande parte das águas poluídas da indústria e dos domicílios antes de chegar ao Lago Victória, na baía de Murchison.

O Rio Nakivubo e seus tributários, que fluem para a área alagada, se constituem nos principais canais de drenagem de Kampala. Eles carregam as águas poluídas do centro da cidade, da área industrial e das zonas residenciais. Noventa por cento dos moradores de Kampala não estão conectados ao sistema de esgotamento sanitário e, dessa maneira, esses resíduos são, em sua maioria, orgânicos. Juntos, eles equivalem ao esgoto bruto produzido por cerca de meio milhão de pessoas — ou 40 % da população de Kampala. Mais de 100 000 pessoas moram às margens das áreas alagadas, consistindo em propriedades de alto e baixo padrão, assentamentos densamente povoados e favelas. A maioria dos assentamentos habitacionais de baixa renda às margens do Nakivubo não está incluída no sistema municipal de esgoto. As áreas alagadas recebem esgoto doméstico de mais de 33 000 pessoas, tanto pelo escoamento superficial, pelo fluxo das águas subterrâneas originado da

⁽⁸¹⁾ Emerton, L. (2003). *Nakivubo Swamp, Uganda: managing natural wetlands for their ecosystem services. Case Study in Wetland Valuation #7*: <https://cmsdata.iucn.org/downloads/casestudy07nakivubo.pdf>

infiltração da água da chuva que cai sobre as colinas que circundam o pântano, como das fossas secas, das fossas sépticas, do sistema de drenagem e do vazamento da tubulação existente de esgotamento sanitário.

Ao mesmo tempo, a captação de todo o abastecimento de água encanada da Kampala fica localizada em Gaba, a cerca de 3 km a sudoeste do local aonde as águas de Navibuko saem para a baía de Murchison. O Nakivubo desempenha uma função significativa na manutenção da qualidade do abastecimento de água e das águas a céu aberto da parte da baía de Murchison do Lago Victória. As áreas alagadas têm grande capacidade de retenção de nutrientes, sendo eficaz na remoção de micróbios e bactérias. Esse tipo de solo elimina física, química e biologicamente os poluentes e sedimentos das águas poluídas que passam por ele, reduzindo a carga de contaminantes que flui para a baía de Murchison por meio de processos de mineralização e sedimentação.

É de especial importância a capacidade da vegetação das áreas alagadas (*Wetlands*) de remover fósforo e nitrogênio, o acúmulo de sólidos em suspensão, organismos poluentes e patogênicos nos sedimentos que ficam no fundo das zonas úmidas e sua decomposição, a conversão de metais pesados de suas formas solúveis para insolúveis e a diluição dos efluentes efetuada através de correntes de densidade, causadas pela diferença de temperatura entre a água das áreas alagadas e da baía.

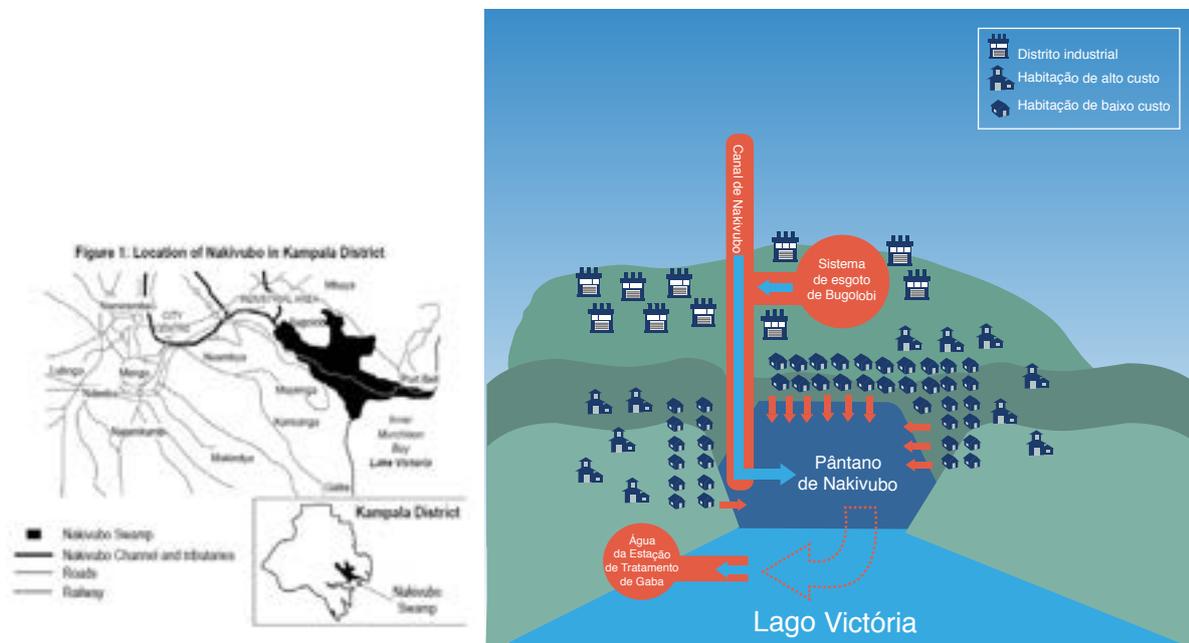
Nos últimos anos, estimaram que cerca de três quartos das áreas alagadas da cidade foram afetados pelas atividades humanas a um nível significativo e até 14 % encontram-se gravemente degradadas. Se as tendências atuais prosseguirem, existe um perigo real de que as áreas alagadas de Kampala logo ficarão totalmente modificadas e convertidas. Embora, como a maior parte das áreas alagadas de Kampala, a do Nakivubo tenha sido submetida a um processo gradual de conversão e reivindicação, no momento elas enfrentam algumas das ameaças e pressões mais extremas. As áreas ao redor de Nakivubo, incluindo as áreas alagadas propriamente ditas, são consideradas os principais locais para planejamento urbano devido à sua proximidade com o centro da cidade e o distrito industrial, em consequência da escassez de terrenos na cidade e porque os preços destes ainda estão relativamente baixos, em comparação aos de outras partes de Kampala.

Os resultados de um exercício de avaliação demonstraram que os serviços de purificação das águas poluídas e de retenção de nutrientes do Pântano de Nakivubo têm um elevado valor econômico — entre US\$ 1 milhão ao ano (usando os métodos de substituição de custos) e US\$ 1,75 ao ano (usando o método do custo de mitigação). Mesmo levando em consideração os custos da gestão das áreas alagadas de modo a otimizar, ao mesmo tempo, seu potencial para tratamento de resíduos e manter sua integridade ecológica (aproximadamente US\$ 235 000), resulta em um benefício líquido significativo.

Esses números forneceram um argumento econômico eficaz em relação a outras iniciativas de drenagem e o aterro das áreas alagadas. O estudo demonstrou que a existência do Pântano de Nakivubo economiza uma quantia anual considerável para a Corporação Nacional de Água e Esgoto de Uganda, uma vez que atualmente ele proporciona uma forma muito mais barata de lidar com as águas poluídas de Kampala do que outras opções construídas pelo Homem. Os fundos públicos são atualmente insuficientes para investir na infraestrutura necessária para replicar esses serviços naturais. Além de ter um custo mais baixo, a capacidade natural do Nakivubo de purificar resíduos é muito mais simples do que o tratamento artificial de resíduos e das instalações de purificação de água, pois baseia-se, principalmente, na utilização de mão de obra humana e canais simples no terreno para distribuir as águas poluídas pelas áreas alagadas.

Outro argumento que deriva do estudo que os urbanistas e tomadores de decisão consideraram convincente foi o de que a perda das funções das áreas brejosas daria origem a custos econômicos inevitáveis para alguns dos setores mais pobres da população, bem como impondo elevados custos econômicos para agências do setor público que teria a responsabilidade por fornecer serviços básicos e por assegurar um padrão aceitável para a vida urbana. Em Kampala, esses grupos simplesmente não podem arcar com esse tipo de perda ou gasto. As descobertas geradas pelo estudo proporcionaram um forte apoio a diversas recomendações que foram feitas ao longo dos anos de que o Pântano de Nakivubo deveria ser totalmente confirmado para ser e designado como uma área ambientalmente sensível e importante dentro dos processos de planejamento estrutural e de zoneamento da cidade.

Figura 16 — Na esquerda, localização do Distrito de Kampala; à direita, infográfico sobre estudo de caso em Nakivubo (créditos: IUCN)



Reflexões e conclusões

As soluções e exemplos apresentados acima demonstram que as SbN desempenham um papel fundamental para traçar um curso de ação em questões de segurança hídrica nas cidades — agora e no futuro. Telhados verdes, espaços verdes abertos, a criação de «cidades esponja», bem como o cuidado da bacia hidrográfica e da paisagem mais amplas em que a cidade vive são todas formas de investir na natureza para proteger as cidades do mundo e seus habitantes.

Importante dizer ainda que, enquanto as SbN podem oferecer os mesmos benefícios que a engenharia tradicional oferece, esta ainda é necessária em relação aos serviços como o fornecimento de água para os domicílios, o armazenamento sazonal de água, entre outras coisas, quando não exista um ecossistema equivalente. Além disso, as soluções de engenharia podem provar-se especialmente benéficas para o desenvolvimento de países nos quais grandes parcelas das populações urbanas ainda não têm acesso aos serviços básicos de água potável e onde ainda há necessidade urgente de aprimorar a segurança alimentar e energética. Portanto, conforme observado neste capítulo, a força de uma abordagem verde-cinza integrada traz benefícios de ambos os lados para se chegar a um pacote ideal de soluções mistas para que as cidades lidem com o desenvolvimento econômico, a sustentabilidade ambiental e os impactos das mudanças climáticas ⁽⁸²⁾.

Essa mudança no projeto, planejamento e investimento dos espaços urbanos para estender considerações para o ambiente natural, dentro e fora da cidade, exige uma mudança comportamental e a aceitação de um rompimento com as abordagens convencionais ao planejamento urbano das cidades. Exige, além disso, a construção de um elo de confiança entre as estruturas de governança local e que os habitantes se engajem totalmente no planejamento principal das soluções baseadas na natureza, de modo que o leque de benefícios principais e secundários possa ser sentido por todos ⁽⁸³⁾. Destacar os benefícios secundários para a sociedade e para a saúde desempenha importante papel neste diálogo, como observa Eva Mayerhofer, Especialista Principal em Meio Ambiente no Banco Europeu de Investimentos ⁽⁸⁴⁾: «a ligação entre bem-estar social, saúde mental e cidades verdes é muito forte. Precisamos usar essas informações de maneira mais eficaz em nossos esforços para promover soluções baseadas na natureza.»

⁽⁸²⁾ Green, P.; Vorosmarty, C.; Harrison, I.; Farrell, T. (2015). *Freshwater ecosystem services supporting humans: Pivoting from water crisis to water solutions*, *Global Environmental Change*, 34, 108-118.

⁽⁸³⁾ Frantzeskaki, N. (2019). *Seven lessons for planning nature-based solutions in cities*, *Environmental Science and Policy* 93, pp. 101-111.

⁽⁸⁴⁾ IUCN Growgreen project Shorthand: <https://digital.iucn.org/nature-based-solutions/nature-in-the-city/>

2.5. INFRAESTRUTURA NATURAL PARA ÁGUA: SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA INTEGRAÇÃO RURAL-URBANA

Rafael Feltran-Barbieri

Mensagens principais

- Infraestrutura Natural é um conjunto de SbN que reconhece a necessidade de fortalecer os fluxos materiais e financeiros intercambiáveis entre os meios rural e urbano.
- Florestas são infraestruturas naturais fundamentais para a regulação hídrica e garantia da qualidade da água, sendo complementares às infraestruturas construídas.
- Demonstra-se aqui que o incremento de florestas reduz os custos de tratamento da água.

Introdução

Infraestrutura Natural ou Infraestrutura Verde é o conjunto de ecossistemas conservados, restaurados ou apropriadamente manejados a fim de reabilitar as paisagens na provisão de bens e serviços essenciais ao desenvolvimento e bem-estar. São estruturas físicas que produzem, estocam, acondicionam e/ou disponibilizam benefícios diretos e difusos.

Matas ciliares protegidas ao longo dos rios de uma determinada bacia hidrográfica formam, por exemplo, a Infraestrutura Natural capaz de melhorar a qualidade da água entregue aos reservatórios e estações de tratamento. Para além desse serviço essencial que complementa a infraestrutura construída destinada ao saneamento, promovem, ainda, conforto térmico, abrigo para polinizadores, proteção contra erosão do solo, conexão de redutos da fauna e adequação ambiental de propriedades rurais muitas vezes distantes do centro urbano ao qual o serviço de saneamento é destinado.

Soluções baseadas na natureza — planejamento territorial de longo prazo

As SbN reconhecem que a Infraestrutura Natural não faz sentido senão com inteligência territorial. Além disso, tem-se em conta seu papel indispensável não apenas no provimento imediato dos bens e serviços, como também no planejamento de longo prazo, que inclui mitigação de riscos e adaptação a condições climáticas adversas.

Assim é que, no planejamento territorial, ainda muito restrito aos municípios e, nesses, na zona urbana, é urgente que se considere que os problemas críticos que acometem as cidades — em função da densidade populacional — podem ter sua origem crônica no meio rural, e por isso têm potencial mais devastador por precipitar efeito-cascata. É imprescindível reconhecer que os recursos básicos que abastecem os centros urbanos, como alimentos, biocombustíveis, e a própria água, têm sua origem no campo ⁽⁸⁵⁾. A infraestrutura Natural, nesse sentido, supera a dicotomia rural-urbano e exige um planejamento integrado baseado na paisagem, perspectiva que faz jus aos fluxos financeiros e materiais intercambiados.

⁽⁸⁵⁾ Burke, M.; Hsiang, S.M.; Miguel, E., 2015.

Figura 17 — Paisagem degradada no entorno das represas Jaguari/Jacareí, Sistema Cantareira, São Paulo (créditos: Google Earth)



De fato, a mesma estiagem que reduz a capacidade de reserva hídrica para abastecimento urbano pode reduzir a produção agropecuária, e não raramente causar hostilidade entre diferentes setores produtivos, com prejuízo aos consumidores. A crise hídrica que se abateu sobre todo o Centro Sul do Brasil entre 2013 e 2016 deixou isso muito claro. No Distrito Federal, houve sério conflito entre empresa de saneamento e produtores rurais impedidos de irrigar suas lavouras. Acirrados embates ainda ocorrem entre empresas de saneamento e representantes estaduais do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais pelo acesso às águas da Bacia do Paraíba do Sul e Bacia do Piracicaba-Capivari-Jundiá (Bacia PCJ), especialmente em função da necessidade de abastecimento dos Sistemas Guandu (RJ) e Cantareira (SP).

Florestas e água — conflitos e oportunidades para mudança de paradigma

Agricultura

Deve-se esperar agravamento dos conflitos, especialmente entre atividades econômicas que competem pelo uso da água. Na última década, a área irrigada no Brasil cresceu 50 %, com expansão de 2,4 milhões de hectares, dos quais só 200 mil adotaram sistemas poupadores por gotejamento ⁽⁸⁶⁾. Mesmo com a expansão, as terras que atualmente contam com algum tipo de irrigação representam não mais do que 3 % do total das áreas destinadas à produção agropecuária no país ⁽⁸⁷⁾.

Essa realidade acende dois alertas altamente correlacionados: por um lado, nossa produção depende essencialmente do regime pluviométrico; por outro, a expansão da irrigação reflete a busca por fontes

⁽⁸⁶⁾ IBGE, 2018.

⁽⁸⁷⁾ IBGE, 2009, 2019.

alternativas à chuva cada vez mais incerta, como captação dos cursos d'água, abrindo franca competição com outros usos, especialmente o industrial e abastecimento público.

Mas nem todos os produtores terão a opção de irrigar. Além dos altos custos de implementação e diminuição sistemática das vazões dos rios e capacidade dos lençóis freáticos, quatro em 10 estabelecimentos rurais no Brasil sequer possuem nascentes ou cursos d'água, e somente dois em 10 têm cisterna ou poço de alta pressão ⁽⁸⁸⁾. São 1,9 milhões de produtores que dependem só da chuva.

A chuva, por seu turno, resulta de um complexo sistema climático no qual a cobertura nativa presta relevante papel, ao disponibilizar para a atmosfera a água inerte do subsolo via evapotranspiração. Somente a Floresta Amazônica lança anualmente 7,3 trilhões de metros cúbicos de água que formam os chamados rios aéreos, irrigando a agricultura praticada em todo o continente sul-americano ⁽⁸⁹⁾. A conversão acelerada da floresta tem contribuído para agravar os eventos extremos de estiagem prolongada, aumento na ocorrência e extensão das queimadas, chuvas torrenciais e deslocamento sazonal da precipitação, imputando maior risco à agricultura e conseqüentemente à segurança alimentar ⁽⁹⁰⁾. Isso leva à maior necessidade de irrigação, na tentativa de compensar a infraestrutura natural perdida por uma infraestrutura construída.

Um exercício simples, preparado para este capítulo, ilustra como a necessidade de irrigação poderia ter impacto gigantesco na produção de riqueza agropecuária. Atualmente, no Brasil, a área irrigada com *pivot* central e aspersão acarreta, em média, despesa adicional da ordem de E\$ 1004/hectare/ano, enquanto a receita adicional é, em média, de E\$ 972/hectare/ano. Essa situação sinaliza que o Brasil já ultrapassou o ponto ótimo de produção irrigada. A expansão desses sistemas deve levar ao duplo problema de diminuir lucros dos produtores e elevação dos preços dos alimentos irrigados e, portanto, diminuição da capacidade de compra dos consumidores (ver apêndice para detalhes).

Culturas temporárias não irrigadas, especialmente soja e milho, que compõem 74 % da área colhida no Brasil, apresentam realidade oposta. O custo marginal do sistema soja-milho safrinha gira em torno de E\$ 371/ha/ano, enquanto a receita marginal é de E\$ 630 /ha/ano. A franca vantagem da receita marginal indica uma grande capacidade de expansão dessas culturas, que, por outro lado, são extremamente dependentes das chuvas para se desenvolverem. São essas duas culturas as responsáveis por quase 30 % do valor bruto da produção da agricultura temporária no país e as grandes sustentadoras da balança comercial (ver apêndice para detalhes).

As mudanças nos regimes das chuvas, especialmente o aumento de dias secos consecutivos e dias com chuvas torrenciais, podem conduzir à necessidade de se aumentar os ambientes controlados, o que, no caso das culturas de soja e milho, implicam na irrigação, como já tem acontecido no Distrito Federal, Triângulo Mineiro e Sudoeste Goiano.

Saneamento

O Brasil possui atualmente 569 milhões de hectares de vegetação nativa distribuídos em seis biomas, incluindo a Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, sendo o maior detentor de florestas tropicais do mundo. É sabido que as florestas regulam os ciclos hidrológicos dos quais depende a própria agricultura. Sabe-se também que a degradação das florestas e o manejo inadequado dos solos agrícolas causam erosão e carreamento de sedimentos aos cursos d'água.

⁽⁸⁸⁾ IBGE, 2018.

⁽⁸⁹⁾ Nobre, 2014.

⁽⁹⁰⁾ Lovejoy e Nobre, 2018.

Figura 18 — A turbidez do Rio Guandu no encontro com águas limpas represadas (créditos: o autor)



Nesse processo, o Brasil perde cerca de 283 milhões de toneladas de solo por ano, a um custo em torno de E\$ 4,5 bilhões, segundo o chefe-geral da Embrapa Solos, José Carlos Polidoro (2018). Tais perdas não deveriam ser admitidas num país que tem importação líquida de E\$ 7,3 bilhões em fertilizantes. A perda de solo tem impacto também nos custos de tratamento da água que abastece a população. E as florestas têm uma enorme capacidade de evitar despesas de saneamento. Para um país como o Brasil, em que 20 milhões de pessoas não têm acesso aos serviços de água encanada e 150 milhões de pessoas não são atendidas por tratamento de esgoto, o papel das florestas na manutenção da qualidade da água é fundamental.

Apresentamos aqui resultados exploratórios e inéditos sobre o impacto positivo das florestas brasileiras no custo de tratamento de água. Utilizando-se um modelo estatístico conhecido como Regressão em Painel, combinamos dados de custo de tratamento da água e uso da terra aplicados a 711 bacias hidrográficas em uma série temporal de 2002 a 2017.

Figura 19 — Bacias incluídas no estudo (coloridas) e excluídas (branco) (créditos: o autor)



Os resultados demonstram que o aumento de 1 % na área de florestas existentes em uma bacia diminui cerca de 0,036 % o custo com produtos químicos no tratamento de água realizado naquela bacia, independente de

outros fatores que potencialmente poderiam influenciar esse custo, conforme apresentado na tabela 1 (detalhes metodológicos, testes e resultados completos no apêndice).

Tabela 1 — Resultados da regressão em painel, em que «l» indica o logaritmo natural, «chemical» as despesas anuais com tratamento de água (EUR). Como controles foram utilizados «water» como o volume de água tratada pelas estações de tratamento de água (mil m³). Controles de uso da terra foram «livestock» como a quantidade de cabeças de bovinos, bubalinos, porcos e galinhas produzidos; «minering», a área de mineração (hectares); e «rizivalue», o valor da produção de arroz, atividade de grande intervenção nos recursos hídricos (EUR). Controles urbanos foram o valor de importação (US\$ Fob) e a densidade de acidentes de tráfico. Outros controles relevantes como PIB industrial e área de agricultura foram excluídos baseados em testes prévios de correlação e análise de componentes principais detalhadas no apêndice.

n=8695 groups = 711 R2=0.4509 lchemical=Y	Coefficient
lforest	- 0.0364182 **
lwater	0.2874884 *
llivestock	0.1842946 *
minering	0.0629419 *
rizivalue	0.0005201
import_fob_capita	0.000006 *
traffic_accid_capita	46.23067 **
constant	7.013196 *
* significant at 1 %, ** significant at 5 %	

Ao contrário das florestas, atividades pecuárias aumentam as despesas em produtos químicos para tratamento da água para abastecimento público, corroborando a literatura que indica que a criação de animais tem alto potencial poluidor por erosão do solo, lixiviação de excrementos e de resíduos oriundos da lavagem de granjas. Assim, o conflito pelo uso da água entre as atividades agropecuárias e saneamento não se dá somente no nível da competição pelo acesso aos recursos hídricos, como também no nível de qualidade da água que o meio rural entrega ao meio urbano.

O mesmo ocorre com a mineração, sinalizando que, de fato, essa atividade que produz enormes quantidades de rejeitos químicos e físicos afeta as despesas para tratamento de água, bem como indicadores de atividades econômicas tipicamente de cidades com alta concentração urbana. Outros controles relevantes, como PIB industrial e área de agricultura, foram excluídos em função de grande correlação e interação com a quantidade de água tratada e pecuária, respectivamente. Resultados dos testes detalhados no apêndice.

Florestas como parte da solução do conflito pela água entre as cidades e o campo

Os resultados apresentados aqui demonstram claramente que, quanto mais floresta, menos produtos químicos são utilizados para tratar a água (sinal negativo). De fato, a vegetação nativa impede a erosão do solo e, por consequência, há menor carreamento de sedimentos para os corpos d'água. Nesse sentido, as florestas atuam como filtro natural, retendo sedimentos e entregando água menos turva aos reservatórios e estações de tratamento, que, por sua vez, precisam utilizar menos coagulantes e outros químicos para tratar turbidez.

Figura 20 — ETA Guandu, a maior estação de tratamento de água do mundo (créditos: a autor)



A valoração desse serviço não é trivial. Embora os resultados aqui apontados permitam assegurar que as florestas diminuem os custos de tratamento, não se pode precisar o quanto. Estimamos, entretanto, que, se a elasticidade aqui apresentada ($-0,04$) for passível de ser aplicada ao país todo, poderíamos atingir uma economia anual de E\$ 1 milhão em produtos químicos com a restauração de 12M ha de vegetação nativa para atender aos compromissos brasileiros no âmbito da NDC. Se a relação inversa for estatisticamente verdadeira, a vegetação nativa brasileira promove atualmente serviços de pré-filtragem da água equivalentes a E\$ 47 milhões por ano.

Estudos mais precisos mostram uma economia proporcionalmente muito maior. A restauração de 4 000 hectares em áreas com alto grau de erosão no Sistema Canteira, em São Paulo — sistema cujo complexo conta com seis reservatórios e abastece quase 10 milhões de pessoas —, poderia diminuir a perda de solo das pastagens em até 34 %, e reduzir o custo de tratamento de água em E\$ 81 milhões. Isso requereria um investimento da ordem de E\$ 28 milhões. Considerando um projeto de restauração com horizonte de 30 anos e taxa de desconto de 9 % a.a., traria um Valor Presente Líquido (NPV) de E\$ 3,5 milhões e taxa de retorno do investimento (ROI) de 28 % ⁽⁹¹⁾.

Já o investimento em infraestrutura natural para áreas prioritárias no Sistema Guandu no Rio de Janeiro — maior sistema de tratamento da América Latina, tratando quase 3,7 bilhões de litros de água por dia — custaria em torno de E\$ 25 milhões para recuperar 3 000 hectares de floresta em áreas atualmente ocupadas por pastos degradados. Entretanto, evitaria o gasto de cerca de E\$ 62 milhões em produtos químicos. Num horizonte de

⁽⁹¹⁾ Ozment et al. 2018.

30 anos e taxa de desconto de 8,5 %, o retorno sobre investimento seria de 10 %, com valor Presente Líquido (NPV) de E\$ 1,4 milhões ⁽⁹²⁾.

A instalação da Infraestrutura Natural como estratégia territorial de longo prazo é viável economicamente e não substitui a infraestrutura convencional como reservatórios ou estações de tratamento. Ao contrário, enquanto as estruturas construídas são concebidas para estocar e otimizar o uso dos recursos naturais disponibilizados pela paisagem, a Infraestrutura Natural reabilita essa mesma paisagem a disponibilizar maiores quantidades desses recursos, potencializando a eficiência das infraestruturas convencionais e aliviando eventuais sobrecargas físicas e financeiras.

Mais do que isso, é uma estratégia multifuncional que resgata o caráter sistêmico inerente à paisagem e às relações entre o mundo rural e urbano.

Estudos vêm mostrando como a implantação de Infraestrutura Natural em bacias hidrográficas específicas pode trazer múltiplos benefícios:

- Ao produtor rural, a oportunidade de se adequar à legislação ambiental e de diminuir a perda de solo e recursos financeiros pela lixiviação de fertilizantes.
- Aos milhões de moradores dos centros urbanos, água de qualidade superior e com menos produtos químicos.
- Às empresas de saneamento, investimentos economicamente viáveis.

Conclusão

Temos nos deparado com grandes desafios para promover o desenvolvimento sem conduzir ao esgotamento dos recursos naturais e, mais do que isso, sem deteriorar as condições macroclimáticas que nos permitiram alcançar o progresso material de que dispomos atualmente. Isso não será possível sem investimentos em Infraestrutura Natural, seja na conversação dos maciços florestais que regem nossos regimes agrícolas, em função da sazonalidade pluviométrica, seja dos ecossistemas locais cujos benefícios só são notados quando se convertem em custos, pelas perdas decorrentes de sua destruição.

Infraestruturas Naturais parecem ser sempre economicamente viáveis simplesmente porque sua ausência inviabilizaria nossa economia.

Referências bibliográficas

Brasil (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. — Brasília: MAPA.

Burke, M.; Hsiang, S.M.; Miguel, E. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature* 527 235-239.

CBD — Convention on Biological Diversity (2009). Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation. Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change under the Convention on Biological Diversity (CBD). Secretariat of the CBD, Montreal, Canada.

Dias-Filho, M.B. (2014). Diagnóstico das pastagens do Brasil. Belém Embrapa Amazônia Oriental. Documentos 402. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/986147/1/DOC402.pdf>

⁽⁹²⁾ *Idem*; Feltran-Barbieri et al., 2018.

FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). Roma Faostat. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RV>

Feltran-Barbieri, R. *et al.* (2018). Infraestrutura natural para água no sistema Guandu, Rio de Janeiro. São Paulo WRI Brasil. Disponível em <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/infraestrutura-natural-para-agua-no-sistema-guandu-rio-de-janeiro>

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). Censo Agropecuário de 2017 — resultados definitivos. Rio de Janeiro IBGE. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>

Lovejoy, T.E.; Nobre, C.A. (2018). Amazon tipping point. *Science Advances* 4(2) eaat2340 doi: 10.1126/sciadv.aat2340

MapBiomas (2018). Coleção 3.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, 1985-2017. Disponível em <http://mapbiomas.org/map#coverage>

Mazoyer, M.; Roudart, L. (2002). *Histoire des agricultures du monde: Du néolithique à la crise contemporaine*. Paris Seuil.

Nobre, A.N. (2014). O Futuro climático na Amazônia — relatório de avaliação científica. Articulação Regional Amazônica <https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/futuro-climatico-da-amazonia.pdf>

Ozment, S. *et al.* (2018) Natural infrastructure in Sao Paulo water system. Washington WRI. Disponível em <https://www.wri.org/publication/natural-infrastructure-sao-paulo>

Polidoro, J.C. (2018). Brasil tem prejuízo de US\$ 5 bilhões por ano com perda de Solo. Encontro de Construtores de Solo, Luiz Eduardo Magalhães, 24 de abril de 2018. Disponível em https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/agronegocio/212474-brasil-tem-prejuizo-de-us-5-bi-por-ano-com-perdas-de-solo-nas-propriedades-rurais.html#.W3cU_ehKiUk

Soares-Filho, B.; Rajão, R.; Macedo, M.; Carneiro, A.; Costa, W. *et al.* (2014). Cracking Brazil's Forest Code. *Science* 344 363-363.

Apêndice

Para realizar os cálculos de receita e despesa marginal da irrigação e da soja e milho foram utilizadas regressões múltiplas descritas como

$$\text{revenues} = \beta_0 + \beta_1 \text{irrigation} + \beta_2 \text{sugracene} + \beta_3 \text{soy_corn_rotation} + \beta_4 \text{summercorn} + \beta_5 \text{agri_others} + \beta_6 \text{other_uses} + e \text{ (Equação 1)}$$

E

$$\text{costs} = \beta_0 + \beta_1 \text{irrigation} + \beta_2 \text{sugracene} + \beta_3 \text{soy_corn_rotation} + \beta_4 \text{summercorn} + \beta_5 \text{agri_others} + \beta_6 \text{other_uses} + e \text{ (Equação 2)}$$

Em que

revenues: receitas obtidas com atividades agropecuárias em 2017 (Mil E\$)

costs: custos incorridos com atividades agropecuárias em 2017 (Mil E\$)

irrigation: área com irrigação por *pivot* central ou aspersão (hectares)

sugarcane: área de cana-de-açúcar (hectares)

soy_corn_rotation: área de soja somada à área de milho safrinha (hectares)

summercorn: área de milho safra principal (hectares)

agri_others: área de agricultura permanente e cultivo de flores (hectares)

other_uses: áreas com outros usos (hectares)

Todos os dados foram obtidos do censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019)

Para estimar o impacto das florestas (elasticidade) sobre o custo de tratamento de água foi utilizado o critério seguinte. Foram interseccionados os *shapefiles* contendo os limites dos 5 670 municípios brasileiros e limites das 893 bacias hidrográficas. Foram estimados os percentuais do território de cada município pertencente a cada bacia. Os limites das bacias foram então redesenhados agregando todos os municípios cujos territórios eram predominantemente nelas inseridos. Assim, cada bacia recebeu os dados totais dos municípios que as definiam.

O modelo de regressão em painel é definido na seguinte equação:

$$Y_{it} = \beta X_{it} + a + u_{it} + \xi_{it} \text{ (Equação 3)}$$

O seguinte resultado foi obtido:

Tabela 2: resultados do modelo em painel

Group variable: ottobacia4	Number of groups	=	711			
R-sq: within = 0.0045	Obs per group: min =		1			
between = 0.5527	avg =		12.2			
overall = 0.4509	max =		16			
	Wald chi2(7)	=	561.47			
corr(u_i, X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000			
lchemical	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lforest	-.0364182	.0166598	-2.19	0.029	-.0690709	-.0037655
lwater	.2874884	.0149226	19.27	0.000	.2582406	.3167363
llivestock	.1842946	.0210471	8.76	0.000	.143043	.2255462
minering	.0629419	.017891	3.52	0.000	.0278763	.0980075
rizivalue	.0005201	.0008631	0.60	0.547	-.0011717	.0022118
import_fob_capita	6.75e-06	9.74e-07	6.92	0.000	4.84e-06	8.66e-06
traffic_accid_capita	46.23067	19.04913	2.43	0.015	8.89507	83.56627
_cons	7.013196	.2827545	24.80	0.000	6.459007	7.567385
sigma_u	.96837074					
sigma_e	.68753292					
rho	.66485609	(fraction of variance due to u_i)				

Com as seguintes variáveis:

$Y = \textit{chemical}$: despesas com produtos químicos no tratamento de água (E\$) (SNIS, 2019)

forest: área de florestas (hectares) (Mapbiomas, 2019)

water: volume de água tratado (mil m³) (SNIS, 2019)

livestock: cabeças de bovinos, bubalinos, suínos e galináceos (número) (IBGE, 2019)

minering: área de mineração (hectares) (Mapbiomas, 2019)

rizivalue: valor da produção de arroz (mil E\$) (IBGE, 2019)

import_fob_capita: valor *per capita* das importações realizadas (Total US FOB/person) (Ipea)

traffic_accid_capita: quantidade *per capita* de acidentes de trânsito (número de acidentes/população)

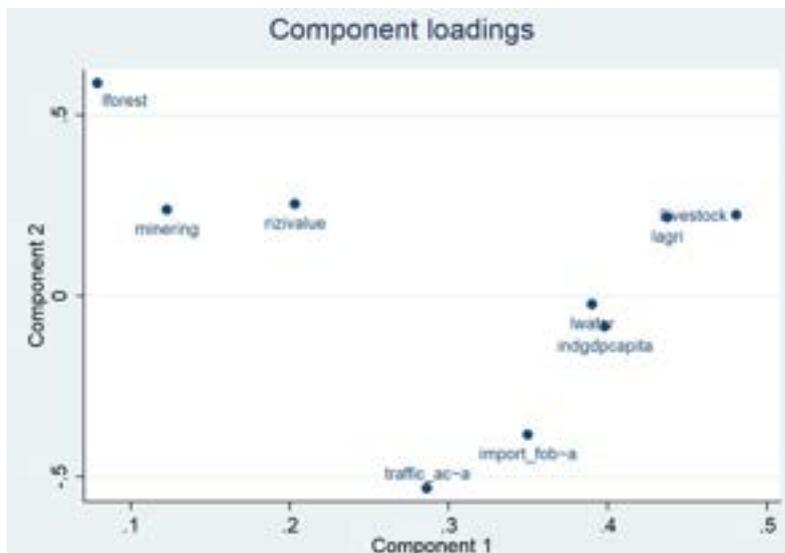
Duas outras variáveis foram testadas, mas excluídas da análise:

Indgdpcapita: PIB industrial *per capita* (E\$/população)

agri: área de agricultura (hectares) (IBGE, 2019).

O resultado dos testes de Análise de Componentes Principais (PCA) está abaixo.

Gráfico 1A (apêndice): testes de PCA



Sustentabilidade Urbana: Águas e Saneamento



3. SUSTENTABILIDADE URBANA: ÁGUAS E SANEAMENTO

3.1. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL EM RIOS URBANOS — UMA APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA MELHORIA AMBIENTAL E URBANA

Aline Pires Veról, Ianic Bigate Lourenço, Osvaldo Moura Rezende, Bruna Peres Battemarco, Marcelo Gomes Miguez

Mensagens principais

- O modelo tradicional de urbanização tende a desperdiçar oportunidades de uso das águas fluviais urbanas, priorizando, em muitos casos, o simples papel de transportador de efluentes domésticos.
- A reinserção dos rios na paisagem urbana pode ser realizada a partir de conceitos de requalificação fluvial, buscando aproveitar toda a potencialidade dos espaços marginais que compõem o corredor fluvial, «libertando» o rio de seus muros e trazendo a cidade para próximo do rio.
- Em ambientes urbanos, com todas as dificuldades impostas, o foco principal pode recair na restauração da conectividade lateral com as margens do rio e seus afluentes, aumento os graus de liberdade do rio, na restauração do seu regime de escoamento natural, no reequilíbrio das dinâmicas geomorfológicas, na redução da poluição da água e descontaminação dos solos e na reativação das áreas pertencentes ao rio.
- A reconexão da calha fluvial com suas áreas marginais permite a acomodação dos escoamentos durante grandes cheias, que são potencializadas pelo processo de urbanização, que impermeabiliza o solo e reduz as áreas de armazenagem da água de chuva. Dessa forma, os riscos de inundações podem ser reduzidos pela recuperação de funções naturais que foram afetadas pelo processo de urbanização.

Introdução

O modelo tradicional de urbanização, de uma forma geral, tende a procurar adaptar os cursos d'água às demandas da cidade, sem a adequada consideração da dinâmica natural das águas e o espaço requerido para o desenvolvimento dos processos fluviais. Muitas vezes, as propostas de intervenção nos cursos d'água ignoram seus valores tanto ambientais, como culturais e sociais. Além disso, as mudanças introduzidas no uso do solo e nos sistemas fluviais potencializam um dos principais problemas da atualidade nas cidades: as cheias urbanas. O crescimento das cidades e a maior incidência das inundações urbanas são fatores diretamente proporcionais. Os riscos de inundações vêm crescendo em todo o mundo ⁽⁹³⁾, dado que cada vez mais pessoas, bens, serviços e propriedades se concentram nas áreas urbanas, sendo expostos aos perigos das inundações.

Portanto, é importante enfrentar o problema de inundações, mas não no sentido tradicional e não se pode esperar uma resposta que «dure para sempre». A concepção tradicional de projeto define um evento fixo de referência e aceita as vazões geradas pela cidade como resíduo a ser transportado para fora da área de interesse. Essa visão incorpora uma lógica insustentável. É importante recuperar as funções hidrológicas, revertendo os efeitos nocivos introduzidos pela própria urbanização, assim como é importante ordenar o crescimento de forma a dar espaço para a água e aproximar a cidade do sistema natural sobre o qual ela foi construída, aprendendo a projetar com a natureza e não contra a natureza ⁽⁹⁴⁾. A abordagem de resiliência ecológica ⁽⁹⁵⁾ converge para esta discussão, adaptando a cidade para responder a riscos residuais e desafios futuros, minorando danos quando ocorrem inundações. Esse conceito aceita a possibilidade de falha, de forma que o sistema de

⁽⁹³⁾ Wallemacq, 2018.

⁽⁹⁴⁾ McHarg, 1969.

⁽⁹⁵⁾ Holling, 1996; Liao, 2012.

drenagem urbana deixa de ser visto como um sistema à prova de falhas, para migrar para um sistema que pode «falhar com segurança». Ou seja, como é impossível defender uma cidade contra todos os possíveis eventos hidrológicos, quando ocorre uma chuva maior que aquela que foi utilizada como referência para o próprio projeto, é necessário que o projeto contemple a possibilidade de falha e seja resiliente para diminuir danos. O planejamento urbano conjugado com o gerenciamento integrado de riscos de inundação pode apresentar a oportunidade de «construir uma cidade» orientada pela dinâmica das águas⁽⁹⁶⁾, de forma que as demandas naturais não se tornem um agente de degradação do ambiente construído.

Nas grandes cidades, porém, ocorre, com muita frequência, uma falta de visibilidade dos cursos d'água, com pouca ou nenhuma interação entre cidades e ecossistemas naturais⁽⁹⁷⁾. A artificialização de áreas de lazer (p. ex., *shopping centers*, condomínios, *playgrounds*, praças), onde se concentra a maior parte das atividades de convívio social, é um dos fatores que têm levado à não compreensão do papel dos ecossistemas e do sistema hídrico para a sustentabilidade das cidades⁽⁹⁸⁾.

É comum observar que muitos rios tiveram seus cursos alterados e áreas de várzeas aterradas. Expandindo-se sobre o território dos rios, muitas cidades lhes voltaram as costas. Como consequência, os rios tornaram-se ocultos na paisagem urbana, sendo considerados meros corredores de drenagem, receptores dos efluentes domésticos e industriais e, muitas vezes, chamados coloquialmente de «valões», por sua associação com o transporte de esgoto doméstico⁽⁹⁹⁾.

Uma abordagem interessante que ganhou espaço na literatura técnica, nas últimas décadas, refere-se ao conceito de requalificação fluvial⁽¹⁰⁰⁾. Rios podem ser considerados como a síntese dos territórios a eles conectados⁽¹⁰¹⁾. Dessa forma, devem ser reconhecidos como estruturas ambientais extremamente importantes na construção da paisagem. A requalificação fluvial é uma questão que vem como uma alternativa para enfrentar a progressiva deterioração dos ecossistemas de rios em todo o mundo. Os resultados podem aumentar a quantidade e a qualidade dos recursos fluviais e seu uso potencial para a população ribeirinha⁽¹⁰²⁾.

Em resumo, é possível dizer que a requalificação fluvial busca melhorar as condições ambientais de um rio, atuando na recuperação de funções hidrológicas, no equilíbrio morfológico e em aspectos da qualidade da água, inserindo-se, assim, no conceito de SbN. A requalificação examina o território na escala da bacia hidrográfica e repensa o uso do solo, além de reorganizar assentamentos e a infraestrutura, tentando devolver espaço aos rios, reconectando-os às planícies de inundação. Devem ser aproveitadas todas as oportunidades de se incorporar áreas vegetadas, de preferência arborizadas (de todos os tipos e tamanhos), e desconectar solos impermeabilizados da rede de drenagem, tanto quanto possível, de forma a mimetizar o funcionamento natural da bacia. Inúmeras tipologias de intervenção na paisagem urbana, fundamentadas em SbN, têm sido desenvolvidas para viabilizar esse processo, tais como: alagados construídos, corredores verdes, jardins de chuva, tetos e muros verdes, entre outros.

Requalificação fluvial (RF)

A requalificação fluvial surge como uma proposta de, tanto quanto possível, recuperar a qualidade ambiental dos ecossistemas fluviais, buscando resgatar valores naturais, articulando esse processo com as comunidades que vivem em torno do rio e com as atividades econômicas ali desenvolvidas, de uma forma harmônica e sistêmica. Essa definição, intrinsecamente, propõe a ideia de que rios melhores ecologicamente irão satisfazer melhor também outros objetivos. Requalificar, então, caracteriza-se como um objetivo ambiental, no senso de que um melhor estado geral dos corpos d'água é desejável, pois pode proporcionar benefícios para uso recreativo ou lazer, aspectos que agregam valor para a sociedade, e permite a preservação da natureza e da

⁽⁹⁶⁾ Carmon e Shamir, 2010; Shannon, 2013.

⁽⁹⁷⁾ Lourenço, *et al.*, 2015.

⁽⁹⁸⁾ Costa, 2006.

⁽⁹⁹⁾ Lourenço *et al.*, 2015.

⁽¹⁰⁰⁾ Ver NRC, 1992; Riley, 1998; Rutherford *et al.*, 2000; SER, 2002; CIRF, 2006; González del Tánago e García de Jalón, 2007; Veról, 2013; Pan *et al.*, 2016; Veról *et al.*, 2018.

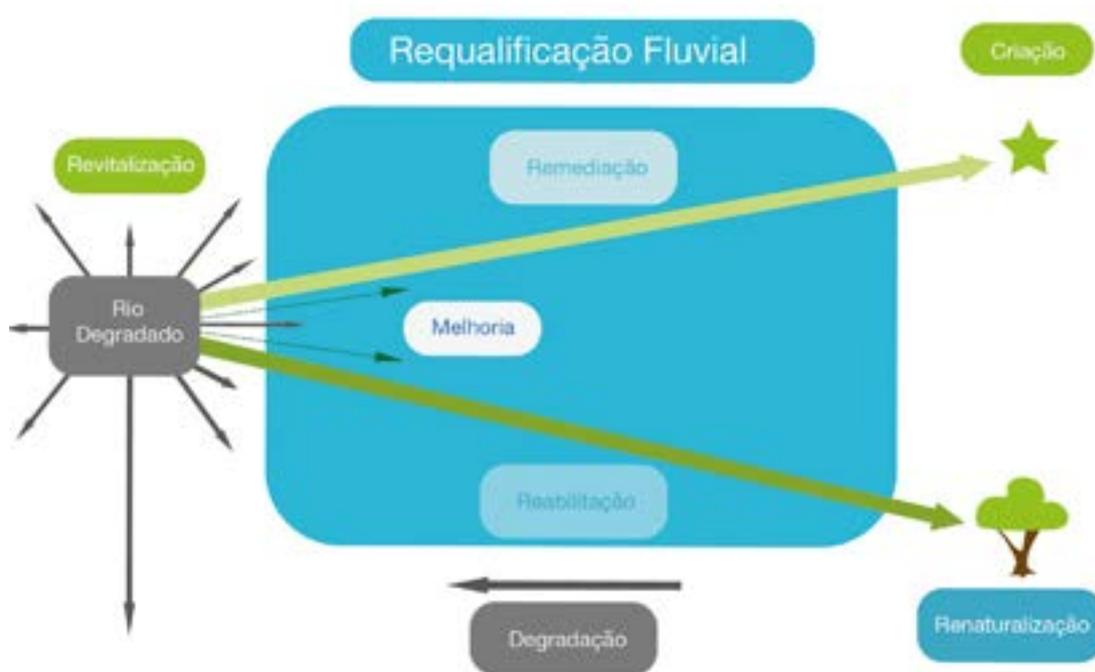
⁽¹⁰¹⁾ CIRF, 2006.

⁽¹⁰²⁾ González del Tánago e García de Jalón, 2007.

biodiversidade ⁽¹⁰³⁾. A requalificação pretende que rios mais naturais demandem menos intervenções e sejam também economicamente mais viáveis, além de proverem soluções mais sustentáveis, ao longo do tempo, para importantes problemas das bacias hidrográficas, como o controle de cheias e a redução do risco hidráulico.

A partir de uma proposta que sintetiza as definições de reabilitação, restauração e remediação ⁽¹⁰⁴⁾, ampliando-a para englobar os conceitos de melhoria, revitalização, remediação e, também, introduzir o conceito de requalificação fluvial, foi elaborada a Figura 21. Percebe-se, portanto, que o conceito de requalificação é amplo e pode abarcar inclusive áreas urbanas. Note que, quando não se pode caminhar em direção a um resultado mais próximo do natural, ainda assim é possível buscar melhores condições ambientais, em outro ponto de equilíbrio, no caminho da criação de um ecossistema mais saudável, adaptado às novas condições da bacia.

Figura 21 — Diferenças entre termos e definição da requalificação fluvial



Requalificação fluvial em rios urbanos

Nas áreas urbanas, onde a bacia hidrográfica natural é fortemente modificada e degradada, a abordagem de restauração do rio é frequentemente limitada e apenas resultados parciais são alcançáveis. As grandes modificações sofridas por toda a bacia, com a construção de edificações e ruas, tornam mais difícil obter o espaço necessário para recuperar os processos naturais do leito do rio e de suas margens ⁽¹⁰⁵⁾. Nesse caso, existem maiores restrições e uma solução de compromisso deve ser estabelecida entre o ambiente natural e o ambiente construído ⁽¹⁰⁶⁾.

Vale destacar que, ainda que as áreas ripárias de rios urbanos pudessem ser restauradas à sua condição natural original, as modificações pesadas que a bacia sofreu ao longo do tempo, provavelmente, contribuiriam para que as cheias continuassem acontecendo. Ou seja, o espaço necessário para recuperar as funções de curso do rio, hoje, seria maior do que na situação natural, exatamente pelas modificações introduzidas na bacia. Por isso, é preciso que ações na bacia sejam consideradas, com o objetivo de diminuir a impermeabilidade e prover

⁽¹⁰³⁾ Miguez *et al.*, 2017.

⁽¹⁰⁴⁾ Rutherford *et al.*, 2000.

⁽¹⁰⁵⁾ Veró, 2013.

⁽¹⁰⁶⁾ Dufour e Piégay, 2009.

retenções superficiais, com o uso de reservatórios. Essa demanda caminha no sentido de encontrar com as medidas de controle de escoamento na fonte, distribuídas pela bacia.

Para desenvolver uma verdadeira estratégia de RFU, é preciso considerá-la em conjunto com o contexto local que abriga a cidade, observando aspectos tanto históricos quanto socioeconômicos. A valorização e a reintegração do rio como parte da paisagem urbana são fundamentais neste processo. É preciso identificar um conjunto de medidas de requalificação ambiental aplicável ao limitado contexto de ação sobre rios urbanos capazes de integrar, ou pelo menos permitir o convívio, dos múltiplos interesses da cidade, como a exigência de segurança hidráulica, a recuperação de áreas degradadas, a necessidade de espaços para o lazer, dentre outros. Em ambientes urbanos, com todas as dificuldades impostas, o foco principal pode recair na restauração da conectividade lateral com as margens do rio e seus afluentes, aumento dos graus de liberdade do rio, na restauração do seu regime de escoamento natural, no reequilíbrio das dinâmicas geomorfológicas, na redução da poluição da água e a descontaminação dos solos e na reativação das áreas pertencentes ao rio. A combinação de conceitos de gestão de riscos de inundações com medidas de requalificação do rio pode ser uma solução de aplicabilidade eficiente em rios urbanos, em comparação com as soluções tradicionais e localizadas de drenagem ⁽¹⁰⁷⁾. Nesse contexto, uma abordagem sustentável para o sistema de drenagem pode também considerar a requalificação fluvial como uma das ferramentas alinhadas com o objetivo maior de gestão sustentável das águas urbanas.

A reinserção dos rios na paisagem urbana, antes degradados e relegados à mera função de transportador de esgoto sanitário, deve aproveitar toda a potencialidade dos espaços marginais que compõem o corredor fluvial, «libertando» o rio de seus muros e trazendo a cidade para próximo dele. Como as cheias são fenômenos dinâmicos, áreas alagáveis com baixa frequência devem fornecer algum tipo de uso para os habitantes durante os períodos de estiagem. Assim, podem ser utilizadas técnicas que permitam a criação de espaços multifuncionais, os quais possibilitam que os poucos espaços livres que restam em cidades de urbanização já consolidada associem funções hidráulicas às funções social, ambiental e econômica.

Em relação a áreas em fase inicial de urbanização, é importante cuidar para que as faixas fluviais sejam protegidas, garantindo a integridade dos recursos e das opções para o futuro da paisagem. Os esforços devem se concentrar na proteção das planícies de alagamento como corredores verdes, mantendo a urbanização distante dos cursos d'água, e integrando o trecho como um recurso valorizado na paisagem, com trilhas e parques. Medidas para gerir a erosão, a produção de sedimentos e a água de chuva devem ser postas em prática ⁽¹⁰⁸⁾ conjuntamente.

A motivação para a RFU não é somente ligada ao valor do rio em si, mas pode constituir uma oportunidade para a cidade, em termos de valorização imobiliária dos quarteirões ribeirinhos, de revitalização econômica de bairros depreciados por enchentes ou pela proximidade com um rio degradado, de melhoramento da qualidade da vida dos habitantes e de redução do risco hidráulico (geralmente presente) ⁽¹⁰⁹⁾.

⁽¹⁰⁷⁾ Jormola, 2008.

⁽¹⁰⁸⁾ Riley, 1998.

⁽¹⁰⁹⁾ Gusmaroli *et al.*, 2011.

Estudo de caso: requalificação fluvial para mitigação de inundações na bacia do rio Dona Eugênia, Mesquita — RJ

Neste item, apresenta-se um exemplo de aplicação do conceito de Requalificação Fluvial Urbana, na bacia do rio Dona Eugênia, em Mesquita — RJ. Este estudo foi desenvolvido inicialmente com objetivo acadêmico ⁽¹¹⁰⁾, como alternativa em um contexto de complementação de propostas do Projeto Iguaçu ⁽¹¹¹⁾.

A bacia do rio Dona Eugênia possui 18 km² de área de drenagem, inserida na bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí. Está situada na área metropolitana do Rio de Janeiro, cruzando duas cidades — Nova Iguaçu e Mesquita. A Figura 22 apresenta a localização da bacia.

Apesar de grande parte da bacia (mais de 60 %) estar localizada em Área de Proteção Ambiental (APA), com características naturais preservadas, a parte urbana apresenta realidades contrastantes, como: ocupação intensa e irregular de margens; escassez de vegetação e de espaços livres; assentamentos em áreas de risco, por vezes dentro da calha do rio; assoreamento do rio; lançamento de esgoto e lixo diretamente no rio, com visível degradação ambiental e urbana do entorno e riscos à saúde pública; inundações recorrentes; e infraestrutura precária.

O projeto proposto para a área tem base em duas vertentes técnicas que se complementam: a drenagem urbana, discutida sob o ponto de vista de ações sustentáveis para o controle de alagamentos e reordenamento dos escoamentos distribuídos na bacia; e a requalificação fluvial, como técnica efetiva de ação para mitigação de cheias, oferecendo espaços marginais ao rio para armazenamento temporário de vazões.

Nesse sentido, questões de uso e ocupação do solo, uso multifuncional de espaços livres verdes, saneamento e mitigação de inundações e soluções habitacionais são integradas na elaboração de um projeto de revitalização urbana e requalificação fluvial para a cidade de Mesquita, tendo o rio como elemento de referência para esta construção.

Figura 22 — Localização da bacia do rio Dona Eugênia (concepção original de VERÓL, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



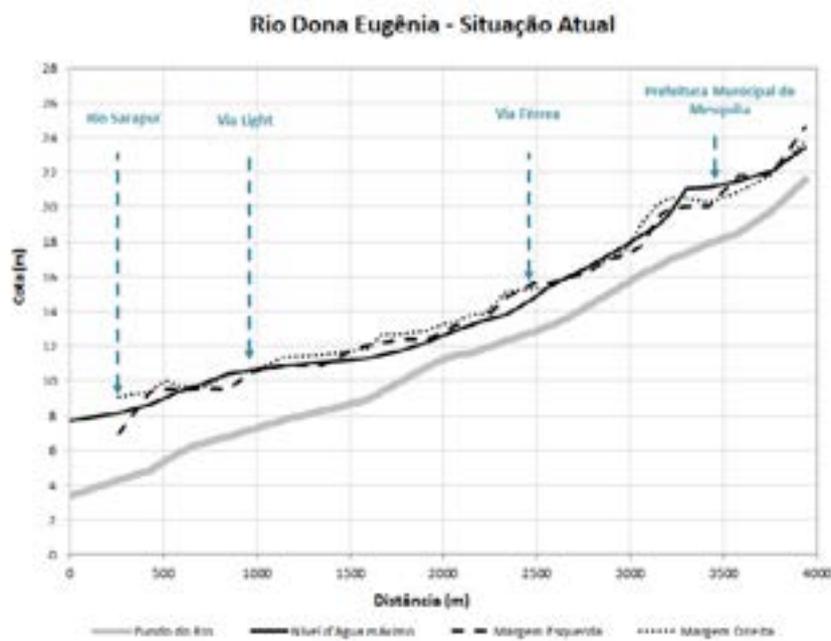
⁽¹¹⁰⁾ Veról, 2013; Lourenço, 2013.

⁽¹¹¹⁾ COPPETEC, 2009.

Problema — situação atual

A bacia do rio Dona Eugênia sofre constantemente com problemas de cheias urbanas. O perfil de linha d'água do rio Dona Eugênia para o tempo de recorrência de 25 anos, calculado com suporte de modelagem matemática, é apresentado na Figura 23. É possível perceber que o rio extravasa em diversos trechos de seu percurso. As regiões mais críticas, em que ocorre extravasamento para as margens, correspondem às áreas próximas à Prefeitura Municipal, à Linha Férrea e à Via Light.

Figura 23 — Perfil do rio Dona Eugênia — Situação Atual — TR 25 anos (concepção original de VERÓL, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



A Figura 23 mostra o mapa de alagamento para a bacia do rio Dona Eugênia, na situação atual, considerando a chuva de projeto com 25 anos de tempo de recorrência. A modelagem matemática apresentou áreas importantes alagadas, com lâminas que chegam, em alguns lugares, a mais de 0,75 m de altura. Ressalta-se que alguns alagamentos observados na situação atual são decorrentes da falta de microdrenagem adequada. Assim, alguns alagamentos ficam retidos na planície, não conseguindo escoar para o rio.

Figura 24 — Mancha de alagamento — Situação Atual — TR 25 anos (concepção original de VERÓL, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



Projeto de engenharia articulado ao projeto urbano e da paisagem

A proposta para o desenvolvimento de um projeto de engenharia que se articulasse ao projeto urbano e ao da paisagem considerou a atuação sobre a redução do risco hidráulico, o resgate de características hidrológicas e morfológicas (tanto quanto possível) e a melhoria da qualidade da água, com atuações também urbanas e de interface urbana-natural. Assim, a proposta busca uma melhoria do ecossistema fluvial e do ambiente construído, focando a recuperação das áreas marginais ao rio e reconexão com suas planícies de inundação, a valorização da manutenção de áreas permeáveis e a composição de caminhos verdes ao longo do rio, criando um mosaico integrado com a paisagem natural remanescente.

A Figura 24 apresenta uma imagem geral da bacia, com as proposições de projeto em destaque, por trechos, que serão detalhados em sequência.

Figura 25 — Propostas de requalificação fluvial e urbana na bacia do rio Dona Eugênia (concepção original de Lourenço, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)

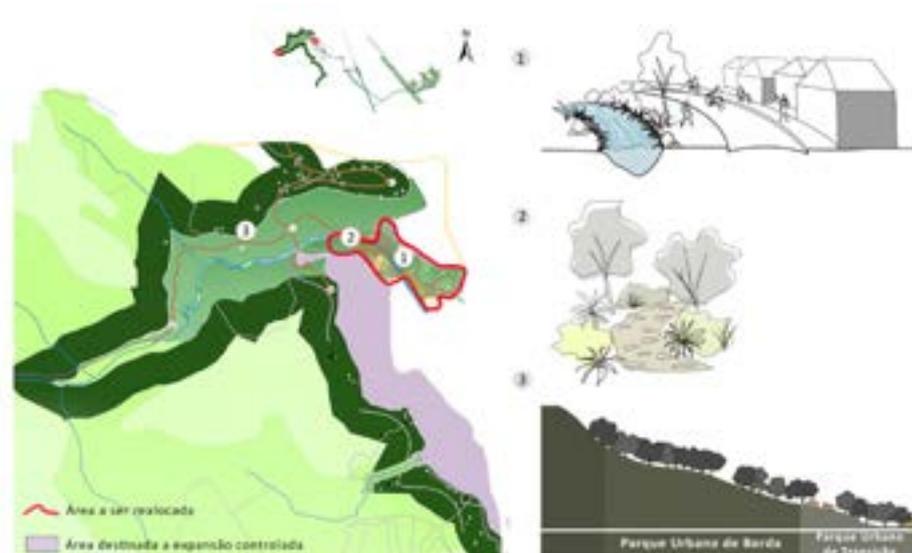


Trechos I e II — Parque de Borda/Parque de Transição

Os dois primeiros trechos considerados estão localizados na região mais alta da bacia, próximos ao Parque Municipal de Nova Iguaçu. As intervenções nestes trechos pretendem conectar a cidade até à Área de Preservação Ambiental (APA) de montante, através de um corredor fluvial, chamado aqui de Parque de Transição, que adentra a APA a partir da malha urbana, de forma gradativa (Figura 25). Essa área conjuga o caráter de parque verde com o de zona de habitação de baixa densidade. É prevista a remoção das habitações do primeiro quarteirão junto ao rio, com ocupação precária, em área de pouca infraestrutura, para realocação em locais próximos, onde há espaço seguro disponível. A ocupação remanescente permanece adensada a certa distância do rio. A implantação de um corredor fluvial aproximará as duas áreas, urbana e natural, criando uma «porta de entrada» da cidade para a APA. Com isso, aproxima-se a população do contato com o rio, diminui-se o risco das ocupações marginais e reduz-se a descarga de resíduos sólidos diretamente na calha, criando ainda uma oportunidade de lazer para o local.

A solução dada foi complementada por um Parque de Borda, no entorno de toda a área ainda não ocupada, na região de montante. Esse parque tem o objetivo de preservar a APA e a nascente do rio Dona Eugênia.

Figura 26 — Trechos I e II: parque de borda e de transição (concepção original de Lourenço, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



Trecho III — Espaços Livres Urbanos

A bacia, de forma geral, quase não possui espaços livres; foram identificados apenas três locais que poderiam atuar como reservatórios de retenção, amortecendo as vazões do rio em época de cheia. Aqui, busca-se a conjugação da solução hidráulica com objetivos paisagísticos e de recreação, configurando paisagens multifuncionais ⁽¹¹²⁾. As áreas escolhidas correspondem a um campo de futebol, uma praça já existente e uma área abandonada. Todas as três áreas se localizam no trecho a montante da Linha Férrea e estão demarcadas na Figura 27.

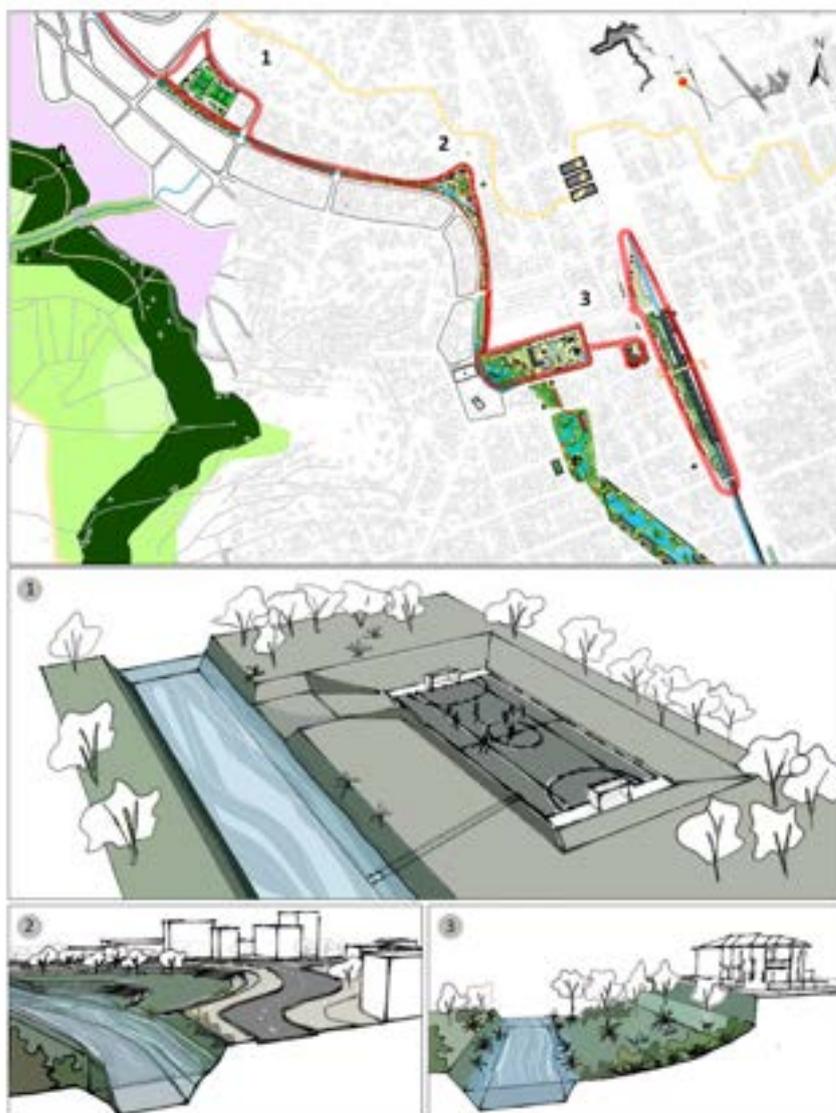
Na área do campo de futebol e na praça existente, foram propostos rebaixamentos em patamares, para funcionarem como reservatórios de retenção, como ilustrado nos detalhes (1) e (2) da Figura 27. A solução em patamares permite que, no caso de pequenas chuvas, não haja alagamento do reservatório, no caso de chuvas importantes, que comecem os alagamentos e, no caso de chuva de projeto ⁽¹¹³⁾, que todo o reservatório seja preenchido. Essa configuração facilita a multifuncionalidade da praça, que será operacional na maior parte do tempo, com objetivo de lazer e paisagismo, sendo necessária a sua limpeza após as chuvas.

O detalhe (3) da Figura 27 apresenta a concepção do projeto para a região onde funciona a Prefeitura Municipal de Mesquita. A área receberá um projeto paisagístico na parte da frente do terreno, visando aumentar a infiltração. O trecho do rio, que atualmente está canalizado nesta região, deverá ser aberto, permitindo o seu extravasamento para a margem esquerda, onde há um terreno desabitado.

⁽¹¹²⁾ Miguez *et al.*, 2007.

⁽¹¹³⁾ A chuva de projeto é o evento hidrológico de referência definido para utilização no dimensionamento hidráulico do sistema, ou seja, toda a rede de drenagem deverá funcionar para uma chuva de mesma magnitude ou inferior. Essa chuva é associada a uma probabilidade de ocorrência.

Figura 27 — Espaços Livres Urbanos: 1. Campo de Futebol; 2. Praça Brasil; 3. Complexo da Prefeitura (concepção original de Lourenço, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)

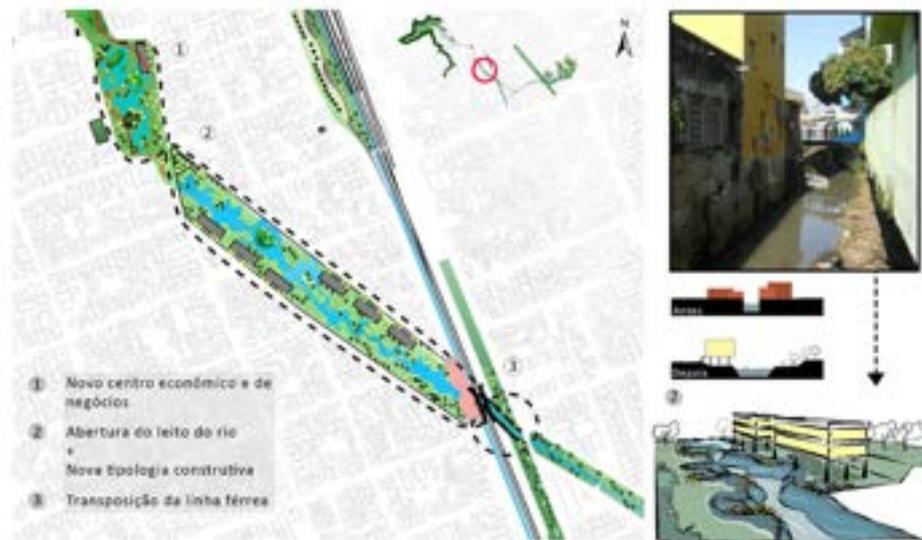


Trecho IV — Área Marginal Crítica

O Trecho IV corresponde ao trecho mais crítico do rio Dona Eugênia. Há casas em situação irregular e de risco, «canalizando» o rio entre muros, de forma indesejada, e lançando esgoto e lixo irregularmente em seu leito.

É proposta a abertura do rio, com remoção das habitações em situação irregular e conseqüente relocação, verticalizada, no mesmo local, mais a montante. A densificação permite que a área remanescente seja convertida em parque fluvial, com capacidade de armazenamento temporário de cheias. O parque, em cota mais baixa, será integrado à paisagem urbana, devolvendo parte da planície de inundação para o rio Dona Eugênia e dividindo espaço com os novos prédios. A Figura 28 apresenta uma fotografia do local e o projeto para este trecho, com a relocação das pessoas para prédios sobre pilotis na mesma região.

Figura 28 — Trecho IV: área marginal crítica (concepção original de Lourenço, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



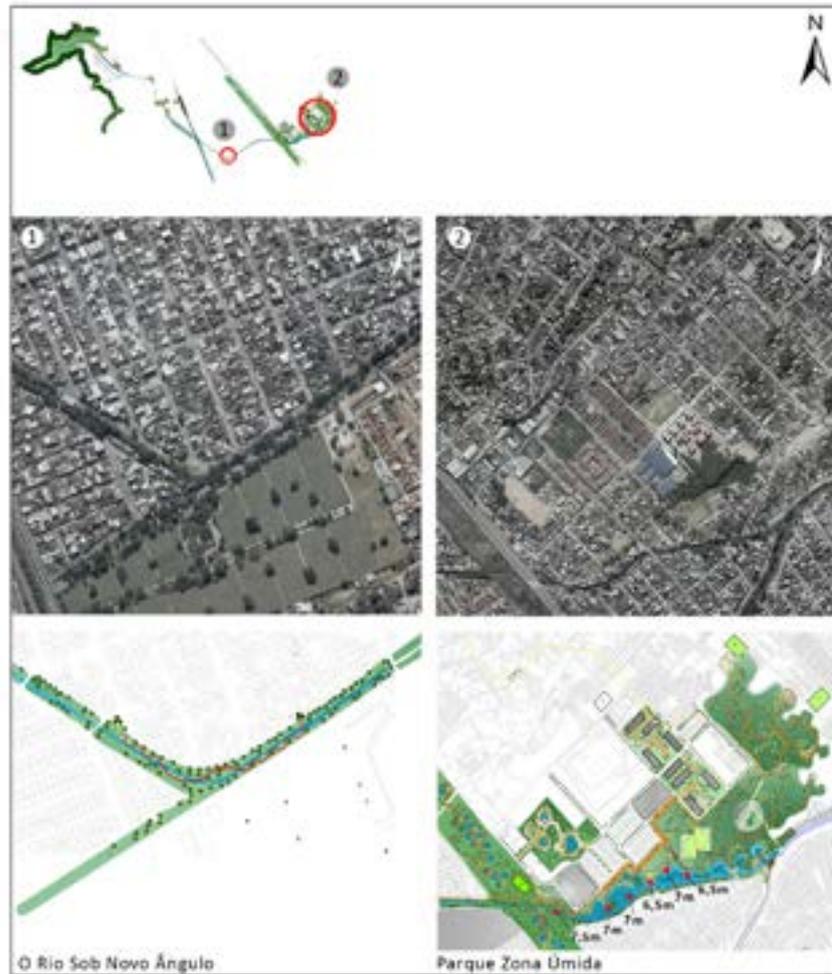
Trecho V — O rio sob novo ângulo

Neste trecho são previstas remoções das habitações irregulares que existem ao longo do rio e redesenho da curva e criação de parque, com objetivo de permitir a conectividade das áreas verdes. Na Figura 29, é apresentada a concepção desse trecho.

Trecho VI — Parque Zona Úmida

O Trecho VI se refere à proposta de implantação de uma zona úmida, na forma de um parque próximo à foz com o rio Sarapuí, aproveitando as cotas naturais mais baixas desta área. A Figura 29 apresenta o projeto para a área, com a indicação das cotas de rebaixamento do Parque Zona Úmida. O volume total de armazenamento junto à faixa que acompanha o rio corresponde a 56 390 m³. A área total do parque soma 148 544 m².

Figura 29 — Trechos V e VI: o rio sob novo ângulo e Parque Zona Úmida (concepção original de Lourenço, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



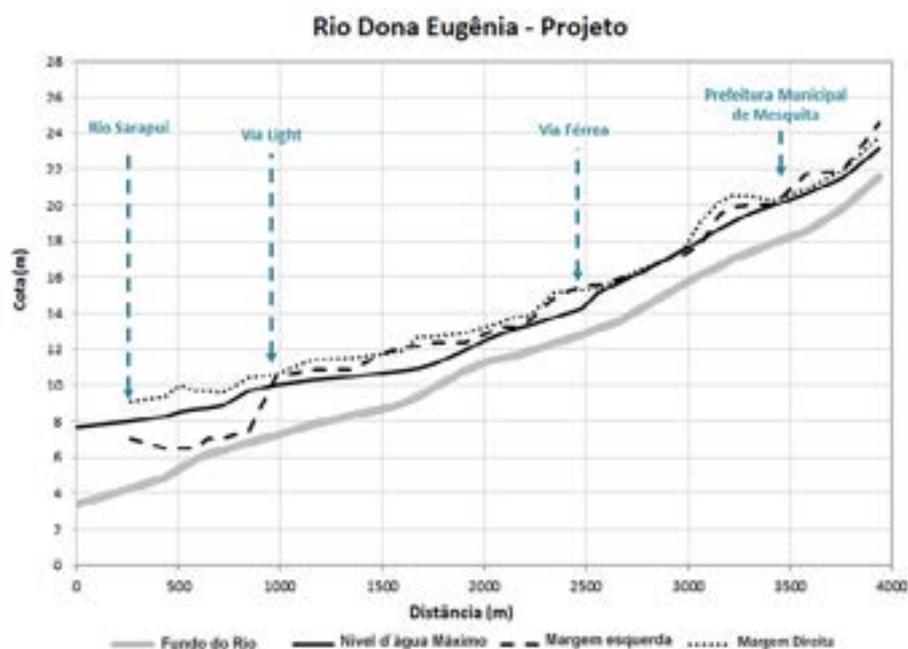
Complementarmente ao conjunto de medidas especificamente proposto, deve-se ressaltar a importância de controlar os escoamentos gerados pela bacia, de forma a reordenar o funcionamento hidrológico para garantir condições realmente sustentáveis ao longo do tempo.

Desta forma, sugere-se a introdução de controles de impermeabilização e uso do solo, a partir da definição, em plano diretor, de valores mínimos de áreas permeáveis a serem mantidos, da introdução da obrigatoriedade de reservatórios de lote, para compensação de efeitos da urbanização, a adoção de pavimentos permeáveis como revestimento obrigatório de áreas públicas (onde os revestimentos forem previstos) e o incentivo ao uso de telhados verdes.

Resultados do projeto

Os resultados da combinação de medidas de drenagem urbana sustentável com as de requalificação fluvial são mostrados na Figura 30. O perfil do rio se apresenta quase sempre contido em calha, exceto por pequeno trecho que demandaria uma revisão de cota de sua margem, na região do parque que ocupa o trecho IV do projeto e compartilha espaço com edificações sobre pilotis. A mancha de alagamentos reduz-se significativamente, faltando tratar apenas questões remanescentes de microdrenagem.

Figura 30 — Perfil rio Dona Eugênia, RF + drenagem sustentável (TR 25 anos) (concepção original de Veról, 2013; adaptado de Miguez *et al.*, 2015)



Considerações finais

As medidas de drenagem sustentável têm vocação para resgatar características do ciclo hidrológico natural, reorganizando os escoamentos superficiais da bacia, ao passo que as medidas de requalificação fluvial procuram resgatar a relação entre rio e cidade, enquanto controlam as inundações associadas à macrodrenagem.

É possível integrar técnicas de engenharia, mais especificamente as técnicas compensatórias em drenagem urbana, com o projeto urbano, em composições paisagísticas que respeitem as vocações de uma bacia, de forma a produzir um desenvolvimento urbano de baixo impacto hidrológico, capaz de gerar condições apropriadas para a sustentação de medidas de requalificação de rios, associadas a um corredor fluvial, que, por sua vez, aparece como alternativa de resgate da relação rio-cidade e solução prática e efetiva de problemas críticos de cheias urbanas.

Referências bibliográficas

Carmon, N.; Shamir, U. (2010). Water-sensitive planning: integrating water considerations into urban and regional planning, *Water and Environment Journal*, Vol. 24, No. 3, pp. 181–191.

CIRF — Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (2006). *La riqualificazione fluviale in Italia. Linne guida, strumenti ed esperienze per gestire I corsi d'acqua e il territorio*, Mazzanti Editori: Venezia, Italy, p. 832.

COPPETEC (2009). *Plano Diretor de Recursos Hídricos, Recuperação Ambiental e Controle de Inundações da Bacia do Rio Iguazu-Sarapuá*, Laboratório de Hidrologia e Estudos do Meio Ambiente, COPPE/UFRJ.

Costa, L. M. S. A. (2006). *Rios urbanos e o desenho da paisagem, Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*, Rio de Janeiro: Viana & Mosley, Prourb. p. 9-15.

Dufour, S.; Piégay, H. (2009). From the Myth of a Lost Paradise to Targeted River Restoration: Forget Natural References and Focus on Human Benefits, *River Research and Applications*, Vol. 25, pp. 568-581.

Gusmaroli, G.; Bizzi, S.; Lafratta, R. (2011). L'approccio della Riquilificazione Fluviale in Ambito Urbano: Esperienze e Opportunità, In: *Acqua e Città — 4° Convegno Nazionale di Idraulica Urbana*, Venice, Italy.

Holling, C. S. (1996), Engineering resilience versus ecological resilience, *Engineering within ecological constraints*, Vol. 31, No. 1996, pp. 32.

Jormola, J. (2008). Urban Rivers, In: *Proceedings of the 4th ECRR Conference on River Restoration*, Venice S. Servolo Island, Itália.

Liao, K.-H., A. (2012). Theory on Urban Resilience to Floods — A Basis for Alternative Planning Practices, *Ecology and Society*, Vol. 17, No. 4, 2012.

Lourenço, I. B. (2013). Rios Urbanos e Paisagens Multifuncionais: O Projeto Paisagístico Como Instrumento de Requalificação Urbana e Ambiental, 2013. 184f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagística) — PROURB/UFRJ, RJ.

Lourenço, I. B.; Veról, A. P.; Miguez, M. G.; de Paiva Britto, A. L. N. (2015). Rios urbanos e paisagens multifuncionais: estudo de caso — *Rio Dona Eugênia, Paisagem e Ambiente*, n.º 36, pp. 91-115.

Mcharg, I. (1969), *Design with Nature*, New York: John Wiley & Sons.

Miguez, M.G., Mascarenhas, F.C.B., Magalhães, L.P.C. (2007). Multifunctional Landscapes for Urban Flood Control in Developing Countries, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 2, n.º 2, pp. 153-528.

Miguez, M.G.; Veról, A.P.; Di Gregorio, L.T. (2017). *Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos*. Elsevier Brasil.

NRC — National Research Council (1992). *Restoration of Aquatic Ecosystems: science, technology, and public policy*, Washington, USA: National Academy Press, USA.

Pan, B.; Yuan, J.; Zhang, X.; Wang, Z.; Chen, J.; LU, J.; XU, M. (2016). A review of ecological restoration techniques in fluvial rivers, *International Journal of Sediment Research*, Vol. 31, No. 2, pp. 110-119, 2016.

Riley, A. L. (1998). *Restoring Streams in Cities, a Guide for Planners, Policymakers, and Citizens*, Washington D.C., USA: Island Press.

Rutherford, I. D.; Jerie, K.; Marsh, N. (2000). *A Rehabilitation Manual for Australian Streams, Volume I. Land and Water Resources Research and Development Corporation: Canberra.*

SER — Society for Ecological Restoration (2002). *SER Primer on Ecological Restoration*, Working Group. Disponível em: www.ser.org

Shannon, K. (2013). Eco-engineering for water: from soft to hard and back. In S. T. A. Pickett, M. L. Cadenasso, & B. McGrath (Eds.), *Resilience in ecology and urban design? Linking theory and practice for sustainable cities*. New York: Springer, pp. 163-182.

Tánago, M. González Del; Jalón, D. García de (2007). *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain.

Veról, A.P. (2013). Requalificação Fluvial Integrada ao Manejo de Águas Urbanas para Cidades mais Resilientes, 2013. 367 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) — Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Veról, A.P.; Battemarco, B.P.; Sousa, M.M.; Miguez, M.G. (2018). Requalificação Fluvial: Conceitos e Casos de Estudo. In: Schiebelbein (Org.). Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade. Ponta Grossa (PR): Atena Editora. doi: 10.22533/at.ed.2471909012.

Wallemacq, P. (2018). Economic losses, poverty & disasters: 1998-2017. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, CRED.

3.2. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Paulo Pellegrino, Juliana Alencar

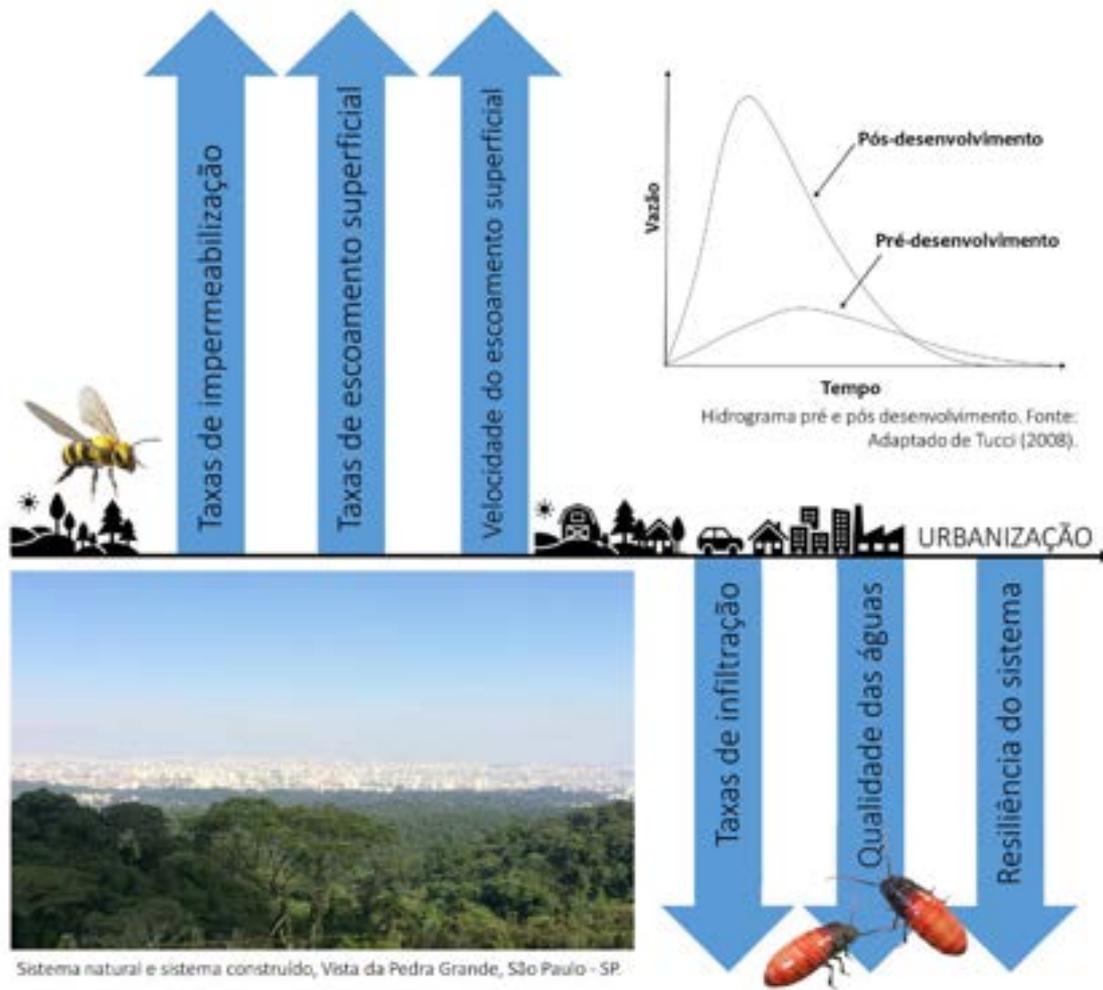
Mensagens principais

- O atual modelo de manejo das águas urbanas se baseia em sistemas centralizados, dependentes de grandes estruturas hidráulicas cinzas, que se baseiam na *Hard engineering*, o que demanda grandes investimentos e resulta na sobrecarga do poder público.
- O adequado manejo das águas pluviais nas áreas urbanas faz uso das SbN e consiste no manejo descentralizado das águas, tornando o proprietário do lote responsável pelo escoamento produzido, desonerando assim o poder público.
- As SbN são capazes de desempenhar não só as funções intrínsecas das estruturas de drenagem, mas também serviços ecossistêmicos valiosos como a regulação climática e o tratamento das águas. Dentro do contexto das mudanças climáticas, os sistemas que utilizam as SbN têm um papel importante na criação de cidades resilientes aos novos regimes pluviais a que estarão sujeitos os sistemas de drenagem nas próximas décadas.

Introdução

O processo de urbanização resulta em alterações no balanço hídrico da bacia hidrográfica fazendo com que haja aumento das taxas de escoamento superficial e da velocidade deste escoamento e, em contraponto, há a diminuição do processo de infiltração. A água que antes era interceptada pela vegetação e por depressões e que percorria lentamente a bacia hidrográfica agora passa a escoar rapidamente por telhados, calhas, vias públicas e galerias, até chegar por fim ao curso d'água, sobrecarregando o sistema de macrodrenagem, processo que é traduzido pela diminuição do tempo de concentração da bacia. O efeito final destes processos em um hidrograma é o aumento e a antecipação da vazão de pico, como demonstrado por Tucci (2008) no gráfico hipotético apresentado na Figura 31 a seguir.

Figura 31 — Efeitos da urbanização sobre o balanço hídrico da bacia hidrográfica (crédito: autores — baseado em Tucci, 2008)



As várzeas e os fundos de vale no contexto urbano muitas vezes são ocupados, fazendo com que as vazões de pico do período chuvoso não tenham onde se acomodar sem causar danos à cidade. Esse volume excedente deve, portanto, ser disciplinado para garantir a segurança da população. Neste contexto, os sistemas tradicionais de drenagem historicamente utilizaram, na tentativa de atender tal demanda, o armazenamento artificial em estruturas hidráulicas. O armazenamento das águas que antes era feito de forma natural na paisagem, passa a ter de ser realizado de forma artificial. Assim, promoveram a ampliação das calhas dos cursos d'água, para aumentar a capacidade de transporte, e a construção de grandes reservatórios de detenção, para armazenamento temporário da vazão de pico.

Figura 32 — Armazenamento natural na paisagem × Armazenamento artificial em estruturas hidráulicas (crédito: autores)



Durante o século passado, o manejo correto das águas pluviais era considerado bem-sucedido se coletasse e conduzisse as águas das chuvas o mais eficiente e rapidamente possível para áreas mais baixas, com conseqüentes inundações e alagamentos. Como resultado do crescente questionamento da eficácia do sistema convencional de drenagem urbana e dos custos crescentes para a recuperação, manutenção e ampliação da infraestrutura existente, passou-se a buscar um conjunto de princípios e práticas capazes de criar uma paisagem urbana mais funcional hidrológica que pudessem manter ou restaurar o regime hidrológico em uma bacia. Esse processo resultou no surgimento de uma nova abordagem técnica que recebe diferentes denominações em função do local onde foram desenvolvidas, mas que partilham as mesmas premissas, como o *Low Impact Development* (LID), nos EUA e Canadá; *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), no Reino Unido; *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), na Austrália; e *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), na Nova Zelândia. Trata-se de um enfoque que combina uma série de estratégias de conservação, medidas de minimização, técnicas de retardamento do escoamento superficial, práticas de intervenção na escala local e de prevenção de poluição, com a finalidade de alcançar os objetivos de manejo das águas das chuvas e de proteção de bacias.

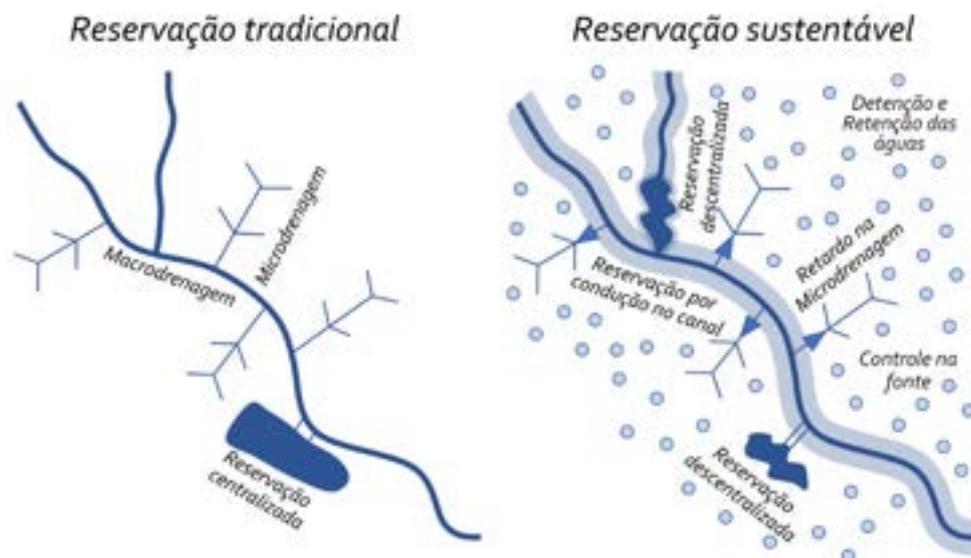
A estratégia é integrar os seus vários elementos em um projeto de paisagem, de forma que seja criada uma rede descentralizada e distribuída por toda a bacia de manejo das águas, e desta forma ter um impacto benéfico acumulativo de todos os seus elementos, tornando tecnicamente viável a ocupação de uma área com um mínimo impacto em sua hidrologia ou qualidade da água. Este objetivo de instalar em uma área o maior número possível de elementos de retenção, detenção, infiltração e filtração que sejam necessários para se alcançar as funções hidrológicas equivalentes às condições originais da área corresponde a uma visão infraestrutural dos espaços abertos e de que estes elementos podem ser plenamente compatibilizados e integrados aos projetos urbanísticos e paisagísticos.

Nova geração de reservatórios de detenção e retenção: possibilidades de reservação

A detenção e retenção descentralizada, por meio de SBN, na bacia hidrográfica é uma das premissas mais importantes dos sistemas de drenagem sustentável, uma vez que a descentralização torna o sistema mais resiliente devido às redundâncias existentes. Na ocorrência de uma falha pontual, por exemplo, ela pode ser

totalmente ou parcialmente compensada pelo funcionamento das demais estruturas. Atuando na fonte da geração do escoamento superficial, é possível promover de forma mais efetiva o controle da qualidade das águas escoadas. Além disso, os sistemas descentralizados fazem uso do princípio da invariância hidráulica, em que a vazão de pico do lote no pós-desenvolvimento não deve ser superior à vazão do pré-desenvolvimento. Tal sistema faz com que o proprietário do lote seja responsável pelo escoamento produzido, desonerando o poder público, uma vez que a ausência de controle no lote resulta na demanda por intervenções nos sistemas públicos, que são em geral obras de custo mais elevado.

Figura 33 — Reservação tradicional × reservação sustentável (créditos: os autores)



Desta forma a reservação é feita de forma difusa ao longo da bacia, com a implantação de diferentes SbN, aumentando a resiliência do sistema e compondo uma trama funcional. Podem então identificar-se as seguintes escalas projetuais de reservação na paisagem, a escala do lote (unifamiliar, múltiplo, comercial e industrial), a escala do bairro, a escala do vale ou várzea, e por fim constituindo a escala da bacia hidrográfica, conforme mostrado na Figura 33.

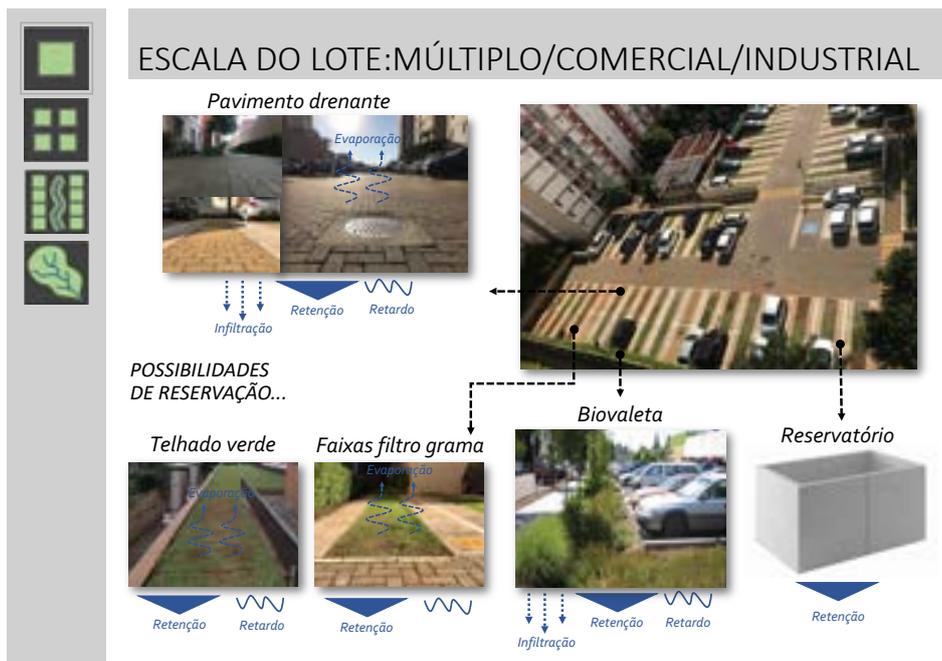
O contexto brasileiro possui muitas particularidades devido às condições climáticas locais, em que a maioria das áreas urbanas convive com chuvas intensas concentradas no verão, que sobrecarregam os sistemas de drenagem tradicionais; à ineficiência do planejamento urbano, que resulta em condições urbanísticas adversas como, por exemplo, a ocupação de zonas sensíveis como fundos de vale e várzea, a existência de lotes com dimensões inadequadas e sistemas viários com geometrias que não convivem adequadamente com o manejo sustentável das águas; e às questões políticas que fazem com que haja uma inconstância nos investimentos em infraestrutura, contexto que também é observado em outros países de clima tropical e semelhantes condições econômicas, políticas e sociais. Desta forma, é necessário adequar as técnicas que já têm uso consolidado nos países desenvolvidos à realidade local dos países que enfrentam outros contextos.

Escala do lote

A reservação na escala do lote deve ser adotada através da adoção de um conjunto de SbN que se adequem à realidade local como, por exemplo, jardins verticais, telhados verdes, pavimento drenante, jardins de chuva e reservatórios de acumulação que podem subsidiar o aproveitamento destas águas para lavagem de piso, por exemplo, observando a legislação vigente.

Figura 34 — Reservação na escala do lote unifamiliar (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos suas)

Já na escala do lote de uso múltiplo, comercial ou industrial, a aplicação da reservação já começa a ser aplicada por meio da existência de legislação. Por se tratar de áreas que possuem grandes áreas de passeio e de viário interno, tais sistemas podem incorporar técnicas como pavimento drenante, faixas filtro grama e biovaletas, além da adoção de telhados verdes e jardins verticais nas edificações.

Figura 35 — Reservação na escala do lote múltiplo/comercial/industrial (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos suas e foto de biovaleta no New Season Market de Nathaniel Cormier)

Na escala do bairro, as áreas livres urbanas, ao longo do sistema viário, sistema de passeios, praças e canteiros, oferecem muitas possibilidades de reservação, podendo utilizar técnicas como biovaletas, pavimento drenante em passeios, jardins de chuva, hortas urbanas, jardins verticais e sistemas *Wetlands*.

Figura 36 — Reservação na escala do bairro: avenidas, ruas, calçadas e praças (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos dos autores e foto de biovaleta no New Season Market de Nathaniel Cormier)



Figura 37 — Reservação na escala do bairro: avenidas, ruas e calçadas (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos suas e foto de biovaleta no córrego Corujas de Elza Niero)



Figura 38 — Reservação na escala do bairro: praças e canteiros (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos suas)



As zonas ripárias desempenham importantes funções hidrológicas na bacia hidrográfica. Por exemplo, quando preservadas, aumentam a capacidade de armazenamento da água na bacia, o que faz com que as vazões no período de estiagem sejam maiores. A zona ripária atua também no controle de sedimentos e cargas poluentes que afluem ao curso d'água através do escoamento superficial, sendo os poluentes absorvidos pelo sistema radicular da mata ciliar. Além disso, as raízes têm importante função como estabilizadoras das margens dos cursos d'água. A rugosidade das margens gerada pela presença da mata ciliar, tanto viva quanto morta (troncos e folhas caídas), resulta em zonas de retenção e de velocidade reduzida, o que auxilia também a criação de *habitat* para a biota.

A promoção do armazenamento na escala das várzeas e do vale deve tentar reestabelecer as funções naturais das zonas ripárias, adotando espécies adequadas para o controle de processos erosivos e de cargas difusas, utilizando técnicas de bioengenharia (SbN) para o tratamento de margens e fundo dentro de um contexto de respeito ao ecossistema aquático e que promova *habitats* variados para sua fauna e flora, a manutenção de zonas livres na várzea para que seja respeitado o pulso de inundação, possibilitando assim a instalação de estruturas de lazer para que haja a integração da população.

Figura 39 — Reservação na escala do vale ou várzea. Rio Mondego, Coimbra — Portugal (créditos: elaborado pelos autores a partir de fotos suas)



A reservação na escala da bacia se dá pela somatória da aplicação das diversas técnicas de reservação, como as SbN, nas diversas escalas projetuais (lote, bairro e fundo de vale ou várzea) e, quando pensadas, planejadas e projetadas de forma sistêmica, compõem uma infraestrutura verde que conecta as diversas soluções, capazes de fornecer outros serviços que vão além dos que são intrínsecos às estruturas, desempenhando serviços ecossistêmicos valiosos, atuando por exemplo na regulação climática, harmonia paisagística, promoção de áreas de lazer, entre outras.

Figura 40 — Escala da bacia: proposta de infraestrutura verde e azul para a bacia do Córrego Jaguaré, no âmbito do projeto de revitalização da bacia do córrego Jaguaré (crédito: FCTH, 2017)



Este estágio, evidentemente, só pode ser alcançado quando se tiver ultrapassado o estágio de aplicação das técnicas individualizadas, começando a configurar uma rede de SbN sobre uma bacia, conectando sistemas naturais e construídos, distribuindo estes projetos como parte de uma infraestrutura verde capaz de integrar

os benefícios ecológicos para a cidade. Quando este ponto de evolução dos projetos urbanos for alcançado, poderemos então ver atendidos três objetivos que o caracterizariam:

- aumento da biodiversidade da paisagem urbana, com a consequente ampliação da resiliência e a saúde de seus ecossistemas e fornecimento de serviços ecossistêmicos;
- maximização da infiltração e diminuição do escoamento superficial das águas, assim alcançando uma contribuição significativa na mudança de paradigma para a melhoria da qualidade das águas urbanas e a sobrecarga dos sistemas existentes de drenagem, com o crescente impacto em toda a sociedade pelas enchentes que interrompem sua vida cotidiana;
- desconcentração da rede construída de infraestrutura de drenagem e de espaços verdes planejados em redes localizados em toda a superfície de bacias hidrográficas urbanas, oferecendo um modelo mais democrático de distribuição desses equipamentos pelo espaço urbano.

Esta integração entre a engenharia e a paisagem pode ser assim perseguida em projetos que, ao serem primeiramente visualizados como melhores práticas de projeto, passam a oferecer uma gama de serviços que são otimizados se considerarmos as suas possíveis características como uma rede de SbN que podem ser distribuídas em pontos estratégicos da bacia hidrográfica, como:

- nas cotas mais altas junto aos divisores, onde as SbN dariam ênfase à infiltração;
- nos terços médios das encostas indicando a oportunidade para introdução de SbN que possibilitam maior filtração;
- até os pontos mais baixos de acumulação das águas, que por si só seriam os locais privilegiados para instalação de SbN de tratamento que tirassem maior proveito dos processos de fitorremediação.

Sintetizando, esses projetos de paisagens podem ser considerados uma contribuição significativa para uma maior resiliência de nossas cidades por associarem as seguintes características que articulam diferentes SbN:

- Graças à característica natural dos sistemas biológicos de absorção de cargas poluentes, a adoção de SbN na fonte do escoamento das águas atua contribuindo significativamente para o tratamento da poluição difusa que escoam com o início das chuvas, aumentando a oferta hídrica nas bacias urbanas e reduzindo os efeitos a jusante de erosão e sedimentação;
- Emprego de estruturas hidráulicas de infiltração, como jardins de chuva;
- A redução do transporte de sedimentos e poluentes até os cursos d'água principais, através de estruturas como biovaletas;
- A criação de espaços de armazenamento e tratamentos das águas urbanas, como alagados construídos e lagoas pluviais.

Este conjunto de espaços assim definido permite vislumbrar como o uso do solo, da vegetação e de materiais diferenciados pode, integrando técnicas e conhecimentos de paisagem, de engenharia e das ciências da natureza, oferecer uma contribuição significativa para a sociedade decidir se o que deseja é efetivamente a construção de paisagens multifuncionais e de alto desempenho ecológico e social para cidades mais resilientes.

Referências bibliográficas

FCTH (2017). Desenvolvimento de metodologia e projeto piloto de revitalização de bacia urbana, replicável para as demais bacias da região metropolitana (Bacia do Córrego Jaguaré), Empreendimento 2014 AT-653. Volumes I, II, III e IV.

Lei pavimento drenante em São Paulo (Lei n.º 11.509/1994) e a Lei dos Reservatórios Piscininhas (Lei n.º 12.526/2007 atualizada na Lei n.º 16.402/2016).

Novotny, Vladimir & Ahern, Jack & Brown, Paul (2010). Water Centric Sustainable Communities: Planning, Retrofitting, and Building the Next Urban Environment. 10.1002/9780470949962.ch11.

Poleto, C. (2011). SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems): Uma Contextualização Histórica. Revista Thema, v. 8, n.º 1.

Rodrigues, Ricardo Ribeiro; Leitão Filho, Hermógenes de Freitas (2000). Matas ciliares: conservação e recuperação. Editora da Universidade de São Paulo, Edusp.

Tucci, Carlos EM (2008). Gestão integrada das águas urbanas. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 5, n. 2, p. 71-81.

3.3. SANEAMENTO, APROVEITAMENTO E REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS EM CIDADES

Daniela Rizzi, Alexander Stefanakis

Mensagens principais

- As águas residuais não são um incômodo ambiental, mas um valioso recurso para as cidades: os múltiplos benefícios do reúso de água devem ser amplamente divulgados.
- O gerenciamento dos fluxos de água através do desenho de paisagens urbanas contribui para a melhoria da disponibilidade de recursos hídricos.
- As SbN oferecem uma alternativa aos sistemas de tratamento de esgotos tradicionais: por um lado, promovem a gestão hídrica sustentável, e, por outro, apoiam a economia circular da água, podendo ainda gerar energia e fertilizante.
- A lente de pensamento sistêmica que está por trás das SbN e sua contribuição para a reabilitação do ciclo de água em meio urbano configuram inspiração importante para o desenvolvimento da economia circular.
- As SbN apoiam a economia circular ao promoverem maior produtividade dos recursos hídricos, reduzindo os desperdícios e o volume de poluição por meio do reúso.
- Os alagados construídos podem ser conectados a corredores ecológicos urbanos, configurando assim paisagens multifuncionais em larga escala que podem prestar inúmeros serviços ecossistêmicos ao ambiente urbano e, numa perspectiva social, promover «Contribuições da Natureza para as Pessoas» (CNP), impactando a qualidade de vida da população urbana.

Introdução

O reaproveitamento ou reúso da água é o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outros fins menos nobres. As águas residuais podem ser recicladas e reutilizadas diversas vezes. Trata-se de um recurso valioso, porém ainda pouco explorado. Considerando o ciclo da água, toda a água existente no globo terrestre é na verdade «água de reúso». No entanto, a expressão refere-se às águas residuais geradas pelo uso doméstico, comercial ou industrial que são conduzidas a ETE, onde são tratadas para que possam ser reutilizadas.

Dado o crescimento populacional nas cidades e os efeitos das mudanças climáticas, há uma crescente escassez dos recursos hídricos. O aumento do grau de poluição das águas urbanas também tem tornado o reúso da água um tema de alta relevância. Além da preocupação com a questão da segurança hídrica, administradores públicos têm se deparado com o desafio de minimizar a poluição hídrica. As águas poluídas urbanas, além de acelerarem a degradação dos ecossistemas, acarretam no aumento de gastos públicos com captação e tratamento. Mas, justamente por estarem disponíveis em grandes quantidades durante todo o ano e próximas aos locais passíveis de reúso, quando tratadas e reutilizadas, contribuem de forma relevante para a melhoria do balanço hídrico quali-quantitativo nas cidades. Trata-se de uma questão que pode ser um grande desafio urbano, mas também uma grande oportunidade.

Água de reúso para fins urbanos: múltiplos benefícios

Hoje, nos centros urbanos brasileiros — como em muitas cidades no mundo —, grande quantidade de águas contaminadas por solventes, metais pesados, nitratos, fosfatos e bactérias ainda são despejadas diretamente nos corpos hídricos, causando impactos não apenas ao meio ambiente, mas também à saúde pública. No entanto, o esgoto, se devidamente coletado e submetido a processos de tratamento para atender ao padrão de qualidade requerido para um determinado reúso, pode tornar-se esse valioso recurso: a água de reúso para fins urbanos. As possibilidades de reutilização são inúmeras.

As vantagens da água de reúso já eram reconhecidas na época da Grécia Antiga. Há relatos da prática através da reutilização de esgoto para a irrigação de plantações. Hoje, o tratamento e reúso de águas residuais é um tópico tão relevante, que faz parte do Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 6 da Organização das Nações Unidas (ODS 6): assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

ÁGUA NÃO POTÁVEL DE REÚSO PARA FINS URBANOS

- irrigação/rega de áreas verdes urbanas, tais como praças, canteiros viários, jardins, campos esportivos, cemitérios, parques, etc.;
- lavagem de ruas, calçadas, pisos, pátios, túneis;
- geração de energia;
- desobstrução de rede de esgotos e de galerias de águas pluviais;
- lavagem de veículos;
- edifícios urbanos: descarga de vasos sanitários, irrigação de tetos e paredes verdes, torres de resfriamento e sistemas de ar condicionado;
- construção civil: compactação de solos; assentamento de poeira em obras de execução de aterros e terraplanagem, lavagem de agregados, preparação e cura de materiais de construção em canteiros de obra;
- sistemas de reserva de incêndio;
- paisagismo urbano: lagos, lagoas, represas e *Wetlands* urbanas;
- recarga de aquíferos para aumento da disponibilidade e armazenamento da água, controle da salinização em cidades costeiras.

A fim de promover a economia circular da água, é importante agir no seu alicerce, promovendo a coleta de esgotos, o tratamento e o reúso seguro. As abordagens sobre regulamentações ao reúso de água variam significativamente de um país para o outro e diferentes parâmetros de qualidade são necessários para diferentes tipos de reúso. O reúso passível de contato humano, e que possa oferecer riscos para a saúde de pessoas e animais, requer uma qualidade mais alta do que aquele que não prevê o contato humano ⁽¹¹⁴⁾.

No sentido de compreender o reúso na sua forma mais abrangente, é relevante integrar a questão do uso racional ou eficiente da água à minimização da produção de efluentes e do consumo de água, além do controle de perdas e desperdícios. Devido a avanços tecnológicos, as águas residuais podem ser fonte de matérias-primas: podem recuperar-se nutrientes como o fósforo e os nitratos das águas residuais e lodos, reutilizando esses elementos em fertilizantes. No âmbito da construção civil, pode ser usado para a fabricação de cimento, argamassa, concreto, telhas e tijolos. Além disso, a produção de biogás pode ser alimentada por substâncias orgânicas extraídas das águas residuais, o que possibilita o desenho de estações de tratamento de baixo custo energético, de balanço energético neutro ou até mesmo produtoras de energia.

Os processos ecológicos conduzidos pela vegetação e pelo solo das SbN permitem o desempenho de papéis importantes na movimentação, armazenamento e transformação da água. Pelo seu caráter regenerativo, as SbN promovem maior produtividade dos recursos e reduzem os desperdícios. Além disso, contribuem para uma melhoria da saúde pública, dos meios de subsistência, segurança alimentar e energética, crescimento econômico sustentável, geração de empregos, e restauração e manutenção dos ecossistemas e biodiversidade ⁽¹¹⁵⁾. Esses múltiplos benefícios do reúso de água devem ser amplamente divulgados, a fim de promover o entendimento de que as águas residuais não são um incômodo ambiental, mas um valioso recurso para as cidades.

⁽¹¹⁴⁾ No Brasil, a Resolução n.º 54/2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) regulamenta ao nível federal as modalidades de reúso de água, mas deixa a cargo dos estados e dos municípios a definição de suas próprias diretrizes, critérios e parâmetros para cada tipo de reúso previsto. Parte das cidades brasileiras já determinou o uso preferencial de água de reúso proveniente dos efluentes finais de estações de tratamento de esgoto (ETE) para aplicações urbanas que não exijam a potabilidade da água. No entanto, apesar de várias cidades demonstrarem preocupação com os desafios da oferta de água, ainda ignoram a relevância do seu tratamento e do reúso.

⁽¹¹⁵⁾ Ver capítulo 3.4 nesse livro.

MÚLTIPLOS BENEFÍCIOS DO REÚSO DE ÁGUAS RESIDUAIS

- estímulo da economia e do uso racional da água para uma maior segurança hídrica da municipalidade ou região;
- proteção do meio ambiente devido à diminuição do desvio de água de ecossistemas sensíveis, reduzindo a pressão sobre os rios e corpos hídricos;
- redução das descargas de efluentes nos corpos d'água, conseqüentemente salvaguardando a saúde dos ecossistemas e a saúde pública;
- promoção da recarga de aquíferos, minimizando os efeitos negativos nas águas subterrâneas;
- provimento de uma fonte alternativa de irrigação, que é mais resistente a eventos de seca;
- economia de gastos com fertilizantes e matéria orgânica, pois a água de reúso frequentemente é rica em matéria orgânica e nutrientes;
- diminuição dos custos de condução de águas e esgoto, tratamento de esgoto e maximização do uso da infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida;
- contribuição para o «nexo água-energia».

Não é apenas a água de reúso em si que contribui para o re-equilíbrio do ciclo da água, mas os próprios processos de tratamento para a obtenção de qualidade compatível com as modalidades de reúso podem ser mais ou menos sustentáveis. Nesse sentido, as SbN oferecem uma alternativa aos sistemas de tratamento de esgotos tradicionais: por um lado, promovem a gestão hídrica sustentável e, por outro, apoiam a economia circular da água, podendo também não apenas economizar, mas gerar energia.

As fábricas de água de Lisboa e a cerveja com água reciclada

A cidade de Lisboa tem investido recursos para transformar águas residuais em água de qualidade para a rega de espaços públicos, abastecimento de fontes e lagos, limpeza urbana e da frota de veículos públicos, sistemas de climatização e até para o combate de incêndios. Sendo a municipalidade um dos maiores consumidores de água com a rega de espaços verdes, houve um esforço conjunto para a redução do consumo de água com o uso de sensores e controle de perdas, o que resultou numa economia de 50 %. O «Plano Estratégico de Reutilização de Água» de Lisboa prevê que até 2025 uma poupança de seis milhões de metros cúbicos de água reciclada seja disponibilizada para o reúso, salvaguardando a água potável para o consumo humano e tornando Lisboa mais resiliente aos efeitos das mudanças climáticas. A rede deverá ser aprimorada com um sistema de monitoração avançado e ampliada com mais 55 km de novas tubulações, 16 sistemas elevatórios e mais de 12 reservatórios. Para completar esse quadro, as «Fábricas de Água» que hoje tratam as águas residuais para estas serem conduzidas aos locais de maior consumo também estão sendo renovadas. Hoje já é possível encontrar a Cerveja Vira, fabricada com água reciclada produzida nas Fábricas de Água: a água reciclada é totalmente segura para o consumo humano depois de passar por processos de tratamento adicionais, a ozonização e a osmose inversa ⁽¹¹⁶⁾.

Descentralização dos sistemas de tratamento de esgoto

Nos sistemas descentralizados, as águas residuais são coletadas, tratadas e descartadas ou reutilizadas próximo ao ponto de geração, eliminando os altos custos de canalização e perdas no transporte para plantas de tratamento distantes. A descentralização requer menor energia, permitindo a operação fora da rede por meio do uso de fontes limpas de energia. Contribui também com a economia de energia, pois sua localização minimiza as distâncias de transporte e os volumes gerados, uma vez que sistemas descentralizados tratam as águas residuais *in loco*. O uso tem se tornado cada vez mais comum em áreas rurais (residências individuais, conjuntos residenciais, edifícios isolados, pequenas comunidades ou até mesmo em plantas industriais isoladas), mas o interesse pelo uso em áreas urbanas tem aumentado, principalmente considerando-se os vultuosos

⁽¹¹⁶⁾ Inácio S., 2020.

investimentos necessários à renovação dos sistemas convencionais centralizados existentes. A separação dos efluentes em sua fonte de produção (separação entre água cinza e negra, e também das águas pluviais) é um dos pilares do manejo descentralizado de águas residuais, pois, além de diminuir a quantidade de águas negras (potencialmente mais poluentes), permite o reúso de água cinza como uma alternativa de reúso para suprir demandas não-potáveis. Frequentemente relaciona-se a implantação de alagados construídos ao tratamento descentralizado de águas residuais em áreas rurais de baixa densidade populacional e ampla disponibilidade de áreas livres. A possibilidade de recuperação de nutrientes como nitrogênio e fósforo através do tratamento é especialmente vantajosa no contexto de práticas de agricultura, usualmente valorizadas em áreas rurais e peri-urbanas. No entanto, com o aumento do conceito de cultivo de alimentos em meio urbano, tais práticas têm-se tornado cada vez mais relevantes em cidades.

O tratamento de águas residuais através de soluções baseadas na natureza

O potencial e os benefícios dos alagados construídos no ambiente urbano

As SbN têm o potencial de ajudar a gerenciar e reduzir a poluição derivada das águas residuais e da poluição difusa proveniente do escoamento urbano através de «paredes verdes», tetos verdes, bacias de infiltração (jardins de chuva) ou bacias de detenção em diversas escalas, além de reduzir o escoamento das águas pluviais ⁽¹¹⁷⁾. Dentre as várias tecnologias de SbN, os alagados construídos (*constructed Wetlands*) destacam-se não apenas pelo potencial de redução do impacto do escoamento de águas pluviais urbanas, geralmente poluídas (poluição difusa), mas justamente pelo potencial de depuração.

Os alagados construídos podem auxiliar na biodegradação de poluentes, reciclagem de nutrientes, imobilizando uma gama de poluentes. Há evidências da eficácia de alagados construídos para a remoção de vários produtos farmacêuticos, o que sugere que as SbN funcionam até melhor do que as infraestruturas cinza para alguns poluentes — e, em certos casos, podem ser a única solução ⁽¹¹⁸⁾. No entanto, o relatório também reconhece os limites de conhecimento quanto à capacidade de funcionamento destes sistemas, apontando necessidade de mais pesquisa para determinar quais soluções técnicas são mais adequadas para cada caso. Por exemplo, é necessário maior conhecimento sobre a capacidade de plantas de zonas úmidas removerem substâncias tóxicas associadas a pesticidas, despejos industriais e atividades mineradoras. Ainda assim, a publicação ressalta que é crescente a aplicação de SbN para o tratamento de efluentes industriais.

Os alagados construídos, quando projetados como infraestruturas paisagísticas de múltiplos propósitos, podem contribuir ainda mais para a mitigação de desafios ambientais nas áreas urbanas ⁽¹¹⁹⁾. Quando conectados a corredores ecológicos urbanos, os alagados construídos configuram paisagens multifuncionais em larga escala, que podem prestar inúmeros serviços ecossistêmicos ⁽¹²⁰⁾ ao ambiente urbano e, numa perspectiva social, promover «Contribuições da Natureza para as Pessoas» (CNP). Como tecnologia verde, oferecem *habitat* para animais e plantas, melhorando assim a biodiversidade ⁽¹²¹⁾ enquanto tratam águas residuais ⁽¹²²⁾. Como consistem em áreas vegetadas, promovem o resfriamento das áreas circundantes, aliviando os efeitos das ilhas de calor urbanas. Sua aparência verde torna os ambientes nos quais estão inseridos em áreas esteticamente mais aprazíveis, contribuindo para o bem-estar dos cidadãos ⁽¹²³⁾. Os alagados construídos também oferecem a oportunidade aos residentes de se envolverem em atividades como a observação de pássaros, que não são tão comuns em ambientes urbanos ⁽¹²⁴⁾. O contato humano com estas áreas também influencia positivamente o bem-estar físico e psicológico ⁽¹²⁵⁾. Sua integração no ambiente urbano ainda protege de inundações as áreas

⁽¹¹⁷⁾ Ver capítulo 3.2 nesse livro.

⁽¹¹⁸⁾ WWDR, 2018, p. 8.

⁽¹¹⁹⁾ Dou *et al.*, 2017.

⁽¹²⁰⁾ Ver capítulo 2.3 nesse livro.

⁽¹²¹⁾ Ver capítulo 2.2 nesse livro.

⁽¹²²⁾ Stefanakis *et al.*, 2014.

⁽¹²³⁾ Ver capítulos 7.1 e 7.2 nesse livro.

⁽¹²⁴⁾ Boyer e Polasky, 2004.

⁽¹²⁵⁾ Dallimer *et al.*, 2012, e capítulo 7.1 nesse livro.

urbanas a jusante ⁽¹²⁶⁾. Nesse contexto, a tecnologia pode ser um fator-chave para aumentar a resiliência das cidades modernas ⁽¹²⁷⁾.

Avanços recentes no *design* de alagados construídos

Características inerentes aos alagados construídos possibilitam que tenham o potencial para aplicações multiuso e sinérgicas. No contexto urbano, os alagados construídos ainda não são tão comuns, e a explicação comum para isso é porque no meio urbano há limitações de espaço. No entanto, pesquisas recentes resultaram em desenhos avançados que estão fechando a lacuna entre disponibilidade de espaço e a área demandada para que a tecnologia seja eficiente. Hoje, os alagados construídos são amplamente utilizados devido à menor demanda de área (até duas a quatro vezes) em comparação com alagados construídos de primeira geração ⁽¹²⁸⁾. Um passo decisivo em direção ao uso da tecnologia em áreas urbanas é sua combinação com sistemas aerados, que têm se estabelecido nos últimos cinco a 10 anos. Nestes sistemas, o tanque recebe uma aeração artificial que permite a redução da demanda de área para o alagado (até quatro vezes), perante demanda mínima de energia ⁽¹²⁹⁾. Tais soluções são ideais para o tratamento de águas residuais de blocos de edifícios, complexos comerciais, instalações industriais, bairros urbanos, etc. Soluções inovadoras como um alagado compacto móvel com sistema de aeração também aumentam a paleta de opções em meio urbano ⁽¹³⁰⁾. Outros projetos de alagados construídos foram desenvolvidos para o tratamento de escoamento urbano e transbordamento combinado de esgoto em diferentes países ⁽¹³¹⁾. Entre eles, a inovação mais recente é o alagado construído flutuante (*Floating Treatment Wetland*), que pode ser instalado na maioria dos corpos de água urbanos (lagos, córregos, canais) com infraestrutura mínima para fornecer serviços sustentáveis de purificação da água urbana ⁽¹³²⁾.

Estação de tratamento de águas residuais em Honfleur, na França (imagens cortesia da Phytorestore. Disponível em <https://phytorestore.com.br/>)



Em Honfleur, na França, um alagado construído foi projetado para funcionar como tratamento complementar de águas residuais na ETE de SIVOM. No local, com área de implantação de 4 hectares, zonas úmidas projetadas e técnicas de fitorremediação utilizando plantas como principal agente de tratamento da poluição complementam o tratamento da ETE com lodo ativado, ajudam a restaurar a água, o solo e o ar. Trata-se ainda de um projeto com valor urbanístico, que traz ganhos para a cidade do ponto de vista social, econômico, paisagístico e para a saúde e qualidade de vida da comunidade.

Inaugurada em novembro de 2004, a estação é a maior do gênero na França e também a mais visitada do país. A capacidade nominal da ETE é equivalente a 26 000 habitantes, pois recebe as águas residuais de Honfleur e outros três municípios vizinhos. Antigamente, o local era usado para depósito de lixo doméstico próximo à estação de tratamento. A implantação paisagística e o conjunto de zonas úmidas projetadas promovem processos ecológicos relevantes para a recuperação ambiental da área, contribuindo com a preservação do estuário do Rio Sena.

Ao fim do tratamento biológico na estação de tratamento de águas residuais, as águas residuais são enviadas para os zonas úmidas projetadas, cunhadas de Jardins Filtrantes® pela empresa responsável pelo projeto,

⁽¹²⁶⁾ Ver capítulo 3.2 nesse livro.

⁽¹²⁷⁾ Ver capítulo 2.1 nesse livro.

⁽¹²⁸⁾ Stefanakis *et al.*, 2014.

⁽¹²⁹⁾ Langergraber *et al.*, 2019; Stefanakis *et al.*, 2019.

⁽¹³⁰⁾ Stefanakis, 2019.

⁽¹³¹⁾ Meyer *et al.*, 2013.

⁽¹³²⁾ Walker *et al.*, 2017.

a Phytorestore. Depois de percorrer os anais plantados com espécies de plantas purificadoras que permitem reduzir ou eliminar germes e outras cargas residuais de poluentes (nitratos, fósforos, novas moléculas, etc.), as águas fluem ao longo de dois talhões, os quais finalizam o refino de fósforo antes de a água ser liberada no rio adjacente, que por fim desagua no Córrego La Morelle, e finalmente na Foz do Rio Sena. Consistindo em uma sucessão de caixas escavadas no chão, os Jardins Filtrantes® da estação permitem reduzir os volumes e a massa de lodo proveniente da estação de purificação, mineralizá-los e filtrar os poluentes. Este lodo urbano pode, portanto, ser reutilizado em áreas ou campos verdes dos municípios vizinhos.

O esquema também contribui para o tratamento em dois níveis: um filtro de vegetais desodoriza o ar das bacias e uma estufa dentro da estação de tratamento permite emitir apenas «muito pouco» de gases de efeito estufa. Além disso, através dos jardins, o tratamento de lodo é realizado com a desidratação, mineralização e estabilização de lodo primário. Em torno de 50 000 m³ de lodo líquido são transformados em 800 m³ de húmus anualmente, uma redução de volume relevante. A área foi dimensionada para armazenar o lodo urbano por sete a oito anos. O solo produzido pelos juncos é livre de germes patogênicos.

Esta ETE, diferentemente das ETE convencionais, promove visita aberta do público. A infraestrutura virou um parque que é hoje uma área aberta de livre acesso, sem cercas. A paisagem oferece uma trilha sensorial que também é acessível a pessoas com deficiência. Com um terraço panorâmico e salas de exposições para educação ambiental de crianças e adultos, a estação recebe excursões de escolas e grupos interessados e promove um relevante trabalho ambiental, explicando os benefícios deste tipo de estação de tratamento ecológica. A estação ainda é visível da estrada que entra na cidade de Honfleur, revertendo a ideia de que ETE precisam se esconder na paisagem urbana.



SbN para o tratamento de águas residuais e de reúso de água

Alagado construído para tratamento de águas residuais de Orhei, Moldávia (imagem cortesia de Iridra Srl. Disponível em <http://www.iridra.eu/en/ricerca-e-sviluppo-en/attivita-ricerca-iridra-en/ricerca-applicata-en.html>)



A cidade de Orhei tem uma população aproximada de 20 000 habitantes e enfrenta temperaturas de até -27 °C no inverno e +45 °C no verão. A estação de tratamento de águas residuais da cidade é um alagado construído de fluxo vertical, composto por dois estágios em série, que trata um volume de 2 700 m³/dia. Com uma área de tratamento de 3,5 hectares e uma área total de instalações de 5 hectares, esse alagado construído é o maior sistema desse tipo no mundo. Esse sistema não requer um processo de sedimentação primária, pois a sedimentação está integrada ao sistema: os sólidos orgânicos são separados e acumulados no primeiro estágio ao mesmo tempo em que são desidratados e estabilizados devido à presença de plantas (Stefanakis *et al.*, 2014). Isso elimina a necessidade de gerenciamento separado de lodo, como por exemplo a desidratação mecânica, reduzindo assim os custos operacionais totais da instalação. O efluente tratado do sistema de alagados construídos atende aos limites nacionais de descarga ambiental, ou seja, TSS < 35 mg/L, DQO < 125 mg/L, DBO5 < 25 mg/L. Essa instalação promove ainda 40 % de economia de energia por m³ tratado, além de reduzir a quantidade de poluição lançada ao meio ambiente (Masi *et al.*, 2017).

Alagado construído com sistema de aeração em Petersfield, Hampshire, Reino Unido (imagem cortesia de Alexandros Stefanakis, autor).



A cidade de Petersfield tem uma população acima de 20 000 habitantes, com muitas fazendas de gado e indústria leve. A estação de tratamento de águas residuais consiste em tratamento preliminar, tratamento primário (tanques de sedimentação) e tratamento secundário (filtros de gotejamento e tanques de sedimentação). O volume de entrada média de águas residuais é de 4 750 m³/dia. Um alagado construído de fluxo vertical aerado de 1 200 m² foi adicionado como estágio de tratamento adicional (terciário) ao sistema, com o fim de melhorar o rendimento da instalação. Trata-se de um dos primeiros alagados construídos com aeração em grande escala instalados na Europa e do primeiro no Reino Unido. O alagado construído aerado recebe apenas um quarto do volume de entrada, ou seja, 1 250 m³/dia. Sopradores laterais promovem a aeração da bacia através de uma rede de tubos localizada ao fundo. O leito de cascalho é mantido saturado. O efluente do tanque de sedimentação secundário é conduzido à superfície da camada de cascalho através de uma rede de tubulação com 12 pontos de distribuição de superfície. Como não há etapa de desinfecção, a instalação do alagado construído aerado melhora significativamente a qualidade do efluente tratado, que hoje está em conformidade com os padrões legais e é liberado no Rio Rother (Stefanakis *et al.*, 2019). A eficiência desse projeto comprovou a alta capacidade de tratamento de alagados construídos com a adição da tecnologia de aeração.

Com os últimos avanços, prevê-se a maior difusão de alagados construídos em meio urbano para o tratamento de águas residuais. Nesse sentido, recomenda-se o seu desenho não como estruturas monofuncionais, mas como paisagens urbanas de alto desempenho. É preciso considerar sua aplicação à luz da lógica da economia circular, em que tratamento e reúso andam de mãos dadas.

	TECNOLOGIA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS USADA	ÁREA OCUPADA PELA TECNOLOGIA	VOLUME DE ÁGUA TRATADA E POPULAÇÃO EQUIVALENTE	NÍVEL DE CIRCULARIDADE DO SISTEMA
HONFLEUR, FRANÇA	SbN em complemento à ETE: sistema de alagados construídos e técnicas de fitorremediação	4 hectares	3 000 a 5 000 m ³ /dia. ETE recebe esgoto de aprox. 26 mil pessoas	Água é liberada para o rio. Não há reúso de água, porém há reúso do lodo produzido.
PETERSFIELD, REINO UNIDO	SbN: sistema de alagados construídos	1 200 m ²	Em média 4 750 m ³ /dia. ETE recebe esgoto de aprox. 20 mil pessoas	Não há reúso de água.
OHREI, MOLDAVIA	SbN: sistema de alagados construídos	3,5 hectares	Aprox. 2 700 m ³ /dia. Esgoto de aprox. 20 mil pessoas	Não há reúso de água.
NIMR, OMÃ	SbN: sistema de alagados construídos para tratamento de efluentes industriais	8 milhões de m ²	175 000 m ³ /dia	Parte do efluente tratado é reutilizada para irrigação (área de 220 000 m ²).

O reúso da água residual tratada representa um princípio importante, por meio do qual se pode promover o fechamento do ciclo da água, em contraponto aos sistemas convencionais lineares, que não levam em conta a preservação e reciclagem de recursos ⁽¹³³⁾.

Desafios e incentivos para o uso de SbN para tratamento de águas residuais

A aplicação de SbN para tratamento de efluentes e reúso da água ainda é limitada nas cidades, pois os governantes tendem a percebê-las como sendo muito arriscadas em comparação às infraestruturas tradicionais, ou até mesmo como menos eficientes. Essa inércia histórica que leva os tomadores de decisão a optarem por sistemas de tratamento convencionais está ligada ao fato de o potencial dos alagados construídos permanecer ainda pouco divulgado.

No que diz respeito a políticas públicas, códigos de obras e normas de construção, frequentemente estes referem-se às soluções convencionais de infraestrutura cinza, de modo que faltam referências e recomendações técnicas em relação a sistemas alternativos que mimetizem processos naturais. Há ainda uma carência no mercado de empresas que forneçam serviços, produtos e *expertise* em SbN. Aquelas empresas que trabalham nesse meio também encontram dificuldades em promover seus produtos, porque a abertura ainda é pequena. Na mesma linha, os instrumentos de financiamento vigentes foram desenvolvidos para soluções mais convencionais ⁽¹³⁴⁾. Neste panorama, de um lado as licitações públicas e os formuladores de políticas públicas não voltaram seus olhos devidamente ao tópico, e do outro o público em geral desconhece os cobenefícios que SbN para tratamento e reúso de águas residuais podem fornecer à cidade e aos cidadãos. Uma abordagem da administração pública segregada e setorial também contribui para que não haja a cooperação necessária

⁽¹³³⁾ Esrey *et al.*, 1998; Esrey *et al.*, 2001.

⁽¹³⁴⁾ Ver capítulo 6.1 nesse livro.

entre secretarias municipais para a mobilização de projetos de SbN em escala urbana. Os arranjos institucionais precisam permitir maior diálogo entre as diversas disciplinas para que a discussão possa avançar ⁽¹³⁵⁾.

É sabido que as dinâmicas ecológicas, hidrológicas, geotécnicas e climatológicas próprias dos alagados construídos tendem a apresentar grande variabilidade e complexidade. Geralmente, são dinâmicas menos estudadas do que aquelas desempenhadas pelas estações de tratamento convencionais. É urgente o investimento em pesquisas para a quantificação dos cobenefícios (sociais, ambientais, econômicos, e de saúde pública) gerados pela tecnologia, além de análises comparativas de custo-benefício considerando o desempenho em relação ou em combinação com soluções convencionais e estudos sobre a aplicação e desempenho de espécies nativas dos ecossistemas locais. Com o aumento da adoção de alagados construídos em várias áreas urbanas e peri-urbanas do mundo, preveem-se maiores investimentos em experimentos e ciência aplicada na área de tratamento ecológico e o consequente reúso da água, dando assim mais suporte a processos de decisão futuros para cidades sustentáveis.

Por demandarem uma abordagem interdisciplinar, o planejamento de alagados construídos em escala urbana fomenta o trabalho conjunto entre diversos atores públicos e privados, e da academia, de modo que investimentos possam ser redirecionados de um setor ao outro ou para que recursos já levantados possam ser aplicados de forma mais efetiva, de modo a maximizar os cobenefícios. Nesse contexto, o reconhecimento do potencial dos serviços ecossistêmicos prestados por estas estruturas em meio urbano reforça a ideia de que o investimento em soluções sistêmicas é uma estratégia inteligente, pois o retorno poderá ser obtido em vários campos.

Referências bibliográficas

Boyer, T; Polasky, S. (2019). Valuing urban wetlands: a review of non-market valuation studies. *Wetlands* 2004, 24, 744-755.

Dallimer, M; Irvine, K. N.; Skinner, A. M. J.; Davies, Z. G.; Rouquette, J. R.; Maltby, L. L.; Warren, P. H.; Armsworth, P. R.; Gaston, K. J. (2012). Biodiversity and the feel-good factor: understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *Bioscience*, 62, 47-55.

Dou, T.; Troesch, S.; Petitjean, A.; Gabor, P. T.; Esser, D. (2017). Wastewater and rainwater management in urban areas: a role for Constructed Wetlands. *Procedia Environ Sci*, 37, 535-541.

Dupont, G. (2011). Plants working to combat pollution, o artigo originalmente foi publicado no Jornal Le Monde. Disponível em <https://www.theguardian.com/science/2011/jan/11/plants-combat-pollution-phytorestore-dupont>

Esrey S. A.; Andersson I.; Hillers A.; Sawyer R. (2001). Closing the loop Ecological Sanitation for food security. Stockholm (Sweden) 7 SIDA; 2001. Disponível em http://www.ecosanres.org/pdf_files/closing-the-loop.pdf

Esrey, S. A.; Gough, J.; Rapaport, D.; Sawyer, R.; Simpson-Hebert, M.; Vargas, J.; Winblad, U. (1998). Ecological Sanitation, Stockholm: SIDA.

Inácio S. (2020). Fábricas de Água — A Água também se Recicla, Revista Lisboa — Da Cidade para os Lisboaetas, Lisboa Capital Verde Europeia 2020, n.º 29, janeiro 2020, pp. 22-23.

Jacquet, T. (2019). Honfleur: Jardins Filtrants® de la station d'épuration, site da empresa Phytorestore. Disponível em <https://www.phytorestore.com/fr/references/item/48-honfleur-jardins-filtrants-de-la-station-d-epuration.html>

Landezine (2019). Calvados-Honfleur Business Park by La Compagnie du Paysage, artigo no site do Landezine: Landscape Architecture Platform. Disponível em <http://landezine.com/index.php/2019/11/calvados-honfleur-business-park-by-la-compagnie-du-paysage/>

⁽¹³⁵⁾ Ver capítulo 4.2 nesse livro.

Langergraber, G.; Dotro, G.; Nivala, J.; Rizzo, A.; Stein, O. R. (2019). Wetland Technology. Practical information on the design and application of Treatment Wetlands. Scientific and Technical Report No. 27, IWA Publishing, London, UK.

Masi, F.; Bresciani, R.; Martinuzzi, N.; Cigarini, G.; Rizzo, A. (2017). Constructed Wetland at Orhei's wastewater treatment plant, Moldova. *Water Science and Technology* 76.1, 134-146.

Meyer, D.; Molle, P.; Esser, D.; Troesch, S.; Masi, F.; Dittmer, U. (2013). Constructed wetlands for combined sewer overflow treatment-comparison of German, French and Italian approaches. *Water* 2013, 5(1), 1-12.

Ministério do Desenvolvimento Regional (2019). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos — 2017, Secretaria Nacional de Saneamento, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento — SNIS. Disponível em http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2017/Diagnostico_AE2017.zip

Stefanakis, A. I. (2019). Constructed Wetlands case studies for the treatment of water polluted with fuel and oil hydrocarbons, in: Ansari, A.A., Gill, S.S., Gill, R., Lanza, G., Newman, L. (Eds.), *Phytoremediation — Management of Environmental Contaminants Vol. 6*. Springer International Publishing, Switzerland. In Press.

Stefanakis, A. I. (2019). Reedbox: an innovative compact, mobile Constructed Wetland unit for wastewater treatment. In: *Oman Water & Wastewater Conference 2019*, Oman Convention & Exhibition Centre, Muscat, Oman.

Stefanakis, A. I.; Akratos, C. S.; Tsihrintzis, V. A. (2014). *Vertical Flow Constructed Wetlands: eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*, first ed. Elsevier Publishing, Amsterdam.

Stefanakis, A. I.; Akratos, C. S.; Tsihrintzis, V. A. (2019). *Vertical Flow Constructed Wetlands: Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment*, 1st ed.; Elsevier Science: Waltham, MA, USA.

Stefanakis, A. I.; Bardiau, M.; Silva, D.; Taylor, H. (2019). Presence of bacteria and bacteriophages in full-scale trickling filters and an aerated constructed wetland, *Sci Total Environ* 2019, 659, 1135-1145.

Stefanakis, A. I.; Prigent, S.; Breuer, R. (2018). Integrated produced water management in a desert oilfield using wetland technology and innovative reuse practices, in: Stefanakis, A.I. (ed.), *Constructed Wetlands for industrial wastewater treatment*. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, UK, pp. 25-42.

Uhlenbrook, S. (2018). Entrevista com o coordenador do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018 — Soluções Baseadas na Natureza para a Água. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=oMAbp949xNE>

UNESCO (2018). Resumo Executivo do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018, Programa Mundial das Nações Unidas para Avaliação dos Recursos Hídricos, Gabinete do Programa de Avaliação Global da Água — Divisão de Ciências Hídricas. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261579>

Walker, C.; Tondera, K.; Lucke, T. (2017). Stormwater treatment evaluation of a Constructed Floating Wetland after two years operation in an urban catchment. *Sustainability* 2017, 9, 1687, doi:10.3390/su9101687.

3.4. ESTAÇÕES SUSTENTÁVEIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO E POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL

Thiago Bressani-Ribeiro, Lívia C. S. Lobato, Lucas A. Chamhum-Silva, Carlos A. L. Chernicharo

Mensagens principais

- São nítidas as barreiras e dificuldades para a adoção de uma visão de sustentabilidade no setor de saneamento no Brasil e, particularmente, na esfera do esgotamento sanitário. Problemas de ordem básica ainda são enfrentados no país, como o significativo déficit de cobertura por coleta e tratamento de esgoto. Todavia, a possibilidade de implantação de ETE sustentáveis não compete com ou anula a necessidade de se dar continuidade à busca de solução para os desafios clássicos do esgotamento sanitário.
- Entende-se que a formulação de políticas públicas que considerem e valorizem o aproveitamento de recursos no saneamento é fundamental para o incremento da cobertura por coleta e tratamento de esgoto no país. Entre os exemplos de ferramentas que podem ser estruturadas para esse fim estão os subsídios para o aproveitamento energético de biogás e a revisão de entraves legais para o uso de lodo no solo e para o reúso de água, reconhecendo que as barreiras não são de ordem tecnológica.

O que são estações sustentáveis de tratamento de esgoto?

A provisão de sistemas de esgotamento sanitário faz-se essencial para a garantia da saúde pública, qualidade ambiental e, conseqüentemente, de padrões de vida minimamente adequados. Todavia, é sabido o atual cenário do setor de esgotamento sanitário no Brasil, com déficit de coleta em boa parte dos municípios e, não raras as vezes, com o lançamento de esgotos *in natura* no meio ambiente.

Logo, há uma imperiosa necessidade de se ampliar a vazão de esgoto coletado, bem como aumentar o número de municípios que dispõem de uma forma adequada de tratamento. Este avanço passa, portanto, não apenas pelo incremento da vazão tratada nos grandes centros populacionais, mas também pelo acesso de municípios com pequenas populações a esta perspectiva de universalização do saneamento. Trata-se de um desafio que incorpora um cenário de amplo espectro, que considera tanto municípios já bem estruturados do ponto de vista econômico e de infraestrutura urbana, quanto pequenas comunidades, fragilizadas por uma grande carência em diversos setores e por uma incapacidade de reverter este quadro. Nota-se, portanto, um desafio em duas direções complementares: i) reduzir o déficit histórico e implementar novas ETE onde não há tratamento de esgotos; e ii) gerir de forma apropriada e sustentável as estações existentes e as que vierem a ser implementadas.

De maneira geral, as estações convencionais de tratamento de esgoto apresentam fluxogramas de tratamento que consideram o lançamento do efluente tratado em algum corpo d'água receptor e, portanto, são concebidas levando-se em consideração apenas a legislação de proteção das coleções hídricas. Se adequadamente projetadas, construídas e operadas, podem alcançar elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, nutrientes e patógenos, cumprindo o seu papel principal de controle da poluição das águas. No entanto, essa não é a situação usual no Brasil, onde a maioria das ETE apresenta algum tipo de deficiência de projeto, construção e/ou operação, resultando na elevação dos custos do tratamento, na perda de eficiência e no descumprimento da legislação ambiental. Ademais, os subprodutos sólidos (lodo e espuma) e gasosos (notadamente biogás e emissões voláteis) gerados durante o tratamento apresentam rotas de destinação final que usualmente são os aterros sanitários e a queima para lançamento na atmosfera. Embora sejam rotas de destinação de subprodutos aceitas no Brasil, sabidamente não são as mais adequadas perante os impactos ambientais que podem ser causados na atmosfera, no solo e nas águas subterrâneas, tais como emissões de odores e gases de efeito estufa e diminuição na vida útil dos aterros sanitários. Ainda, é de conhecimento amplo que os subprodutos do tratamento de esgoto apresentam elevado potencial de aproveitamento, mas os esforços nesse sentido são incipientes e, quando realizados, ocorrem de forma desarticulada, normalmente abordando poucas das possibilidades existentes.

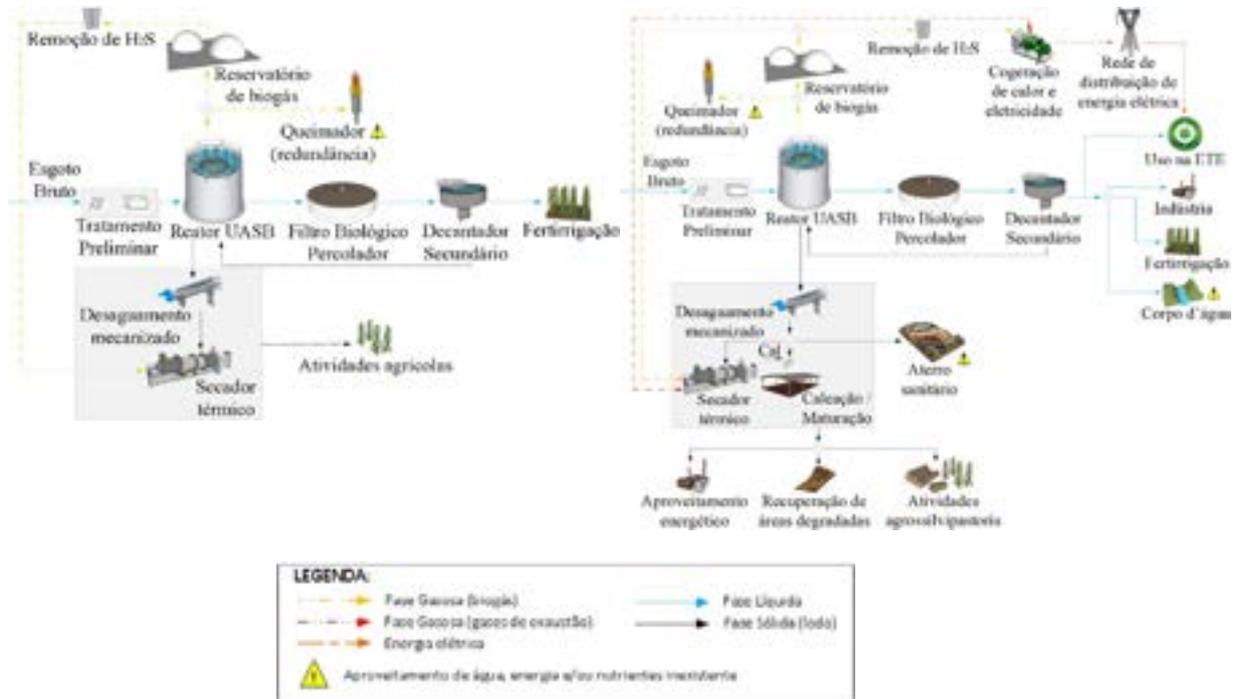
Nesse sentido, reforça-se a necessidade de uma mudança estrutural da visão acerca da função de uma ETE, de simples condicionadora de esgoto para a disposição final mais segura, para uma fornecedora de recursos

e geradora de receitas. Dessa forma, uma ETE passaria a ser mais um elemento de planejamento local, adequada às características e realidades particulares, permitindo à população perceber seus benefícios de forma mais direta e, inclusive, podendo contribuir para o desenvolvimento e melhoria da economia em seu entorno. Em muitos casos, as estações passariam a se autofinanciar, podendo contribuir para sua manutenção e ampliação e para a redução de tarifas. Ao se delinear possibilidades concretas para a concepção, implantação e operação de ETE sustentáveis, contribui-se para permitir a ampliação do acesso, com a perspectiva da universalização dos serviços de esgotamento sanitário e avanço na redução das desigualdades sociais. Os aspectos associados à necessidade de formulação de políticas públicas de fomento a ETE sustentáveis são melhor discutidos no item «Aspectos de gestão, legais e institucionais» desse capítulo. Ressalta-se ainda que a implantação de ETE Sustentáveis corrobora para o alcance do sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 — Água Potável e Saneamento) chancelado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o qual visa assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, contribuindo com a universalização do saneamento.

Objetivamente, entende-se por ETE Sustentáveis as estações que são concebidas e operadas segundo os preceitos da economia circular e do desenvolvimento sustentável, considerando as dimensões econômica, social e ambiental. Nesse sentido, o esgoto bruto é visto como insumo de um processo produtivo, no qual, além da produção do efluente tratado e/ou água para reúso, são gerados dois subprodutos principais, a saber: lodo e biogás. Na Figura 41 são apresentados fluxogramas esquemáticos de ETE sustentáveis para municípios de pequeno (< 10 000 habitantes) (Figura 41a) e médio e grande porte (> 10 000 habitantes) (Figura 41b), contemplando algumas das possibilidades de recuperação de subprodutos aventadas no âmbito do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto (INCT ETE Sustentáveis). Os itens a seguir neste capítulo, mais especificamente os estudos de caso apresentados nesse capítulo, trazem mais detalhes sobre os potenciais de valoração e aproveitamento de cada um dos subprodutos, que, para além da viabilidade técnica, devem estar atrelados às realidades socioeconômicas locais e aos anseios da população. Dessa forma, a ETE passaria a ser um equipamento público de importância reconhecida pela comunidade. Adicionalmente, no conceito de ETE Sustentáveis, os aspectos de integração paisagística ganham atenção especial, sobretudo quando da implantação de sistemas extensivos (p. ex., lagoas de estabilização, *Wetlands*), em que a área da estação pode ser encarada como um parque para visitação pública ⁽¹³⁶⁾.

⁽¹³⁶⁾ Ver capítulo 3.3 nesse livro.

Figura 41 — Representação esquemática de fluxogramas de ETE sustentáveis de pequeno (a) e grande (b) porte. Losangos representam oportunidades de tomada de decisão, em que diferentes rotas tecnológicas podem ser adotadas. Triângulos com exclamação representam rotas de destinação final de subprodutos nas ETE convencionais (que devem ser evitadas) (*fonte: adaptado de Bressani-Ribeiro et al., 2018*)



Aproveitamento energético de biogás

A tendência de utilização da tecnologia anaeróbia para o tratamento de esgoto ⁽¹³⁷⁾, tendo os reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (reatores UASB) como um de seus principais representantes, alia-se aos preceitos do desenvolvimento sustentável, notadamente pelo baixo consumo energético em combinação com a possibilidade de aproveitamento do biogás, o que contribui para a minimização de impactos ambientais no ciclo de vida de ETE. O biogás gerado (ver Figura 41) possui o metano (CH₄) como principal componente, com potencialidades reais para o aproveitamento energético, a exemplo da geração de energia elétrica para consumo na própria estação ou interligação na rede pública, ou como energia térmica para higienização/secagem de lodo, aquecimento de água para banho ou cocção ⁽¹³⁸⁾. Ressalta-se que a alternativa a ser utilizada deve ser definida caso a caso, considerando os aspectos financeiros, sociais e ambientais, bem como as características locais.

O aproveitamento do biogás, uma fonte limpa e renovável para geração de energia elétrica e térmica, pode contribuir com a diversificação da matriz energética brasileira, ainda que em pequena escala, podendo agregar benefícios financeiros, ambientais e sociais importantes para os setores produtivos do país, respaldando a construção de uma economia circular e de baixo carbono. Os prestadores de serviços de saneamento possuem instalações que demandam grande quantidade de energia elétrica, sendo que os gastos necessários para obtenção dessa energia impactam os valores inerentes à prestação dos serviços e, conseqüentemente, às tarifas praticadas pelo setor. Assim, o reconhecimento e o emprego do potencial energético associado ao biogás podem promover ações voltadas para a ampliação do acesso, visando a universalização dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil. Nesse contexto, torna-se oportuno e estratégico para o Brasil fomentar o aproveitamento energético do biogás oriundo de ETE.

⁽¹³⁷⁾ Chernicharo et al., 2017.

⁽¹³⁸⁾ Cabral et al., 2018.

Adicionalmente, em vista do necessário incremento do tratamento de esgotos no Brasil, há que se discutir a geração de impactos climáticos. Nesse sentido, um novo desafio que se coloca é o entendimento e controle das emissões atmosféricas decorrentes dos sistemas de esgotamento sanitário, particularmente das ETE. As preocupações se justificam pelos efeitos locais, a começar pelos maus odores (relacionados principalmente ao sulfeto de hidrogênio) e efeitos globais, decorrentes da majoração do efeito estufa (metano).

Aproveitamento de lodo para fins agrícolas

Na ótica do fechamento de ciclos, entende-se que o aproveitamento agrícola do lodo gerado em ETE deve ser considerado entre as formas de disposição final que pode trazer os maiores benefícios à sociedade. Por ser possuidor de grande quantidade de macro e micronutrientes para as plantas e importante fonte de matéria orgânica para os solos, o aproveitamento agrícola desse subproduto (atualmente considerado um resíduo) deve ser estimulado nas ETE sustentáveis. Atualmente, há maturidade técnica para controlar os riscos sanitários e ambientais, ao passo que se objetiva maximizar a produtividade das culturas agrícolas fertilizadas, todavia, há que se avançar no estabelecimento de um marco legal que possibilite a difusão da prática de aplicação de lodo no solo⁽¹³⁹⁾. Adicionalmente, como o aproveitamento agrícola nem sempre é possível, existem outras alternativas a serem exploradas, a exemplo da aplicação da tecnologia de secagem térmica para redução de volume e de produção de sólido com elevado potencial energético⁽¹⁴⁰⁾.

Produção de água para reúso

De forma geral, a atual lógica de projeto de ETE é centrada no provisionamento de operações e processos objetivando o condicionamento do efluente líquido para o lançamento em um corpo hídrico. Tomando-se por base o preceito de fechamento de ciclos, o uso do efluente tratado (ou reúso da água) poderia se desdobrar em diversas possibilidades, a exemplo da utilização na própria ETE (p. ex., limpeza de unidades), em atividades urbanas e industriais (p. ex., supressão de poeira, lavagem de veículos e logradouros, combate a incêndio, arrefecimento de instalações) e fertirrigação (p. ex., cultivos agrícolas, pastagens e silvicultura)⁽¹⁴¹⁾. Tal como mencionado para a aplicação do lodo em solos, há desenvolvimento tecnológico suficiente a ponto de garantir a segurança sanitária e ambiental para o reúso de água, porém a carência de regulamentação inibe a efetiva prática do aproveitamento do efluente tratado.

O reúso de água, além de proporcionar uma fonte complementar à matriz hídrica, tem um potencial latente para a geração de receitas financeiras para o setor de tratamento de esgoto. Adicionalmente, em circunstâncias em que o reúso se destina a práticas de fertirrigação em sistemas de disposição controlada no solo, torna-se importante a manutenção de nutrientes na própria fase líquida. Isso implica em substancial economia no processo de tratamento, visto que a remoção de nutrientes tipicamente é atrelada a um maior consumo energético ou complexidade operacional. Em âmbito brasileiro, cabe destacar a existência de experiências consolidadas associadas a diferentes possibilidades de uso de efluentes tratados nos livros do PROSAB (Programa de Pesquisas em Saneamento Básico — <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>), em especial as seguintes publicações: i) *Tratamento e utilização de esgotos sanitários*⁽¹⁴²⁾; ii) *Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura*⁽¹⁴³⁾; e iii) *Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo*⁽¹⁴⁴⁾.

Aspectos de gestão, legais e institucionais

Entre os principais desafios para a implementação do aproveitamento de subprodutos do tratamento de esgoto pode-se citar: a necessidade de avaliação de modelos de negócio, a necessidade de políticas voltadas para a eficiência energética no saneamento e uso de fontes alternativas de energia (p. ex., via subsídios tarifários),

⁽¹³⁹⁾ Ver item «Aspectos de gestão, legais e institucionais» nesse capítulo.

⁽¹⁴⁰⁾ Rosa *et al.*, 2018.

⁽¹⁴¹⁾ Ver também capítulo 3.3 nesse livro.

⁽¹⁴²⁾ Florêncio *et al.*, 2006.

⁽¹⁴³⁾ Bastos, 2003.

⁽¹⁴⁴⁾ Campos, 1999.

o arcabouço legal relativo ao licenciamento ambiental e aproveitamento de subprodutos do tratamento de esgoto, e a percepção social. Adicionalmente, o desconhecimento acerca dos benefícios oriundos de uma ETE sustentável gera desconfiança e desacordo com a existência desse tipo de empreendimento no ambiente urbano, o que denota a importância de atividades que considerem mecanismos de transferência de conhecimento para a sociedade, setor empresarial e governo.

Do ponto de vista estratégico, as práticas de gestão de ETE sustentáveis devem considerar não apenas as fronteiras da ETE, mas abranger de forma sistêmica o ambiente na qual ela se encontra. Dessa forma, faz-se necessário estabelecer diretrizes técnicas que considerem a complexidade dos fatores envolvidos na escolha da tecnologia, tais como qualidade requerida para o efluente tratado, planejamento urbanístico, fragilidades e potencialidades ambientais, autossuficiência financeira, entre outros.

Especificamente em relação ao reúso de água, no contexto brasileiro, existem diversas leis em todos os níveis federativos, bem como manuais criados por iniciativas de órgãos públicos e privados, que objetivam incentivar e/ou orientar o reúso de água não potável. Todavia, não existem regulações bem definidas para balizar a atividade visando a proteção ambiental e da saúde pública. Atualmente, o quadro jurídico em nível federal para a implementação do reúso direto não potável de água é estabelecido pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por meio da Resolução n.º 54/2005 ⁽¹⁴⁵⁾, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática, porém remetendo para regulamentação complementar os padrões de qualidade e os códigos de boas práticas para as diversas modalidades de reúso: i) reúso para fins agrícolas e florestais; ii) reúso para fins urbanos; iii) reúso para fins ambientais; iv) reúso para fins industriais; e v) reúso na aquicultura. No âmbito dos estados, a regulamentação do reúso ainda é incipiente, porém cabe destacar os casos de legislações específicas, a exemplo de São Paulo e Ceará, bem como de diretrizes técnicas, como aquelas estabelecidas no Rio Grande do Sul.

Em relação ao aproveitamento energético do biogás, as Resoluções Normativas n.º 482/2012 ⁽¹⁴⁶⁾ e n.º 687/2015 ⁽¹⁴⁷⁾ da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que estabelecem as condições gerais para o acesso aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica, abriram novos horizontes para o setor de saneamento em nosso país. Entretanto, apesar dos incentivos propostos pelo marco regulatório, as usinas de geração distribuída de energia elétrica a partir do biogás de ETE ainda são incipientes no Brasil, assim como os modelos de negócios que podem estar associados com projetos dessa natureza, incluindo aqueles pautados no autoconsumo e na geração compartilhada. No ano de 2019 foi realizada uma Audiência Pública para recebimento de contribuições sobre o aprimoramento das referidas Resoluções Normativas. A discussão e inclusão dos seguintes aspectos na atualização da referida resolução poderiam fomentar o aproveitamento energético do biogás oriundo de ETE: i) o enquadramento da micro e minigeração distribuída por fonte geradora de energia, diferenciando, em especial, o uso do biogás de outras fontes renováveis de energia; ii) a classificação das unidades consumidoras de energia elétrica vinculadas com atividades de saneamento como unidades especiais e estratégicas para o desenvolvimento do país.

Quanto ao uso agrícola do lodo de esgoto, a Resolução n.º 375/2006 ⁽¹⁴⁸⁾, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, define os padrões de qualidade microbiológica do lodo, limite de substâncias inorgânicas e orgânicas potencialmente tóxicas, potencial agrônomo, áreas e culturas aptas à aplicação, frequência de monitoramento do lodo, entre outros. Apesar de o uso agrícola ser uma técnica de disposição de lodo mundialmente consolidada, ainda são poucas as experiências brasileiras. Dentre os fatores que contribuem para esse cenário de estagnação, podem-se citar os critérios e padrões definidos na referida resolução, que, por vezes, dificultam ou até inviabilizam a adoção da prática. Sendo assim, transcorridos 11 anos de vigência dessa resolução, encontra-se no Ministério do Meio Ambiente uma solicitação de revisão. A proposta de revisão, elaborada por iniciativa da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental e do INCT ETE Sustentáveis, com o apoio de um amplo grupo de técnicos, especialistas e acadêmicos, apresenta critérios e procedimentos condizentes com o desenvolvimento

⁽¹⁴⁵⁾ Brasil, 2005.

⁽¹⁴⁶⁾ Brasil, 2012.

⁽¹⁴⁷⁾ Brasil, 2015.

⁽¹⁴⁸⁾ Brasil, 2016.

técnico-científico e com a realidade brasileira, almejando a difusão dessa importante alternativa de destinação de lodo proveniente de ETE.

Estudos de caso

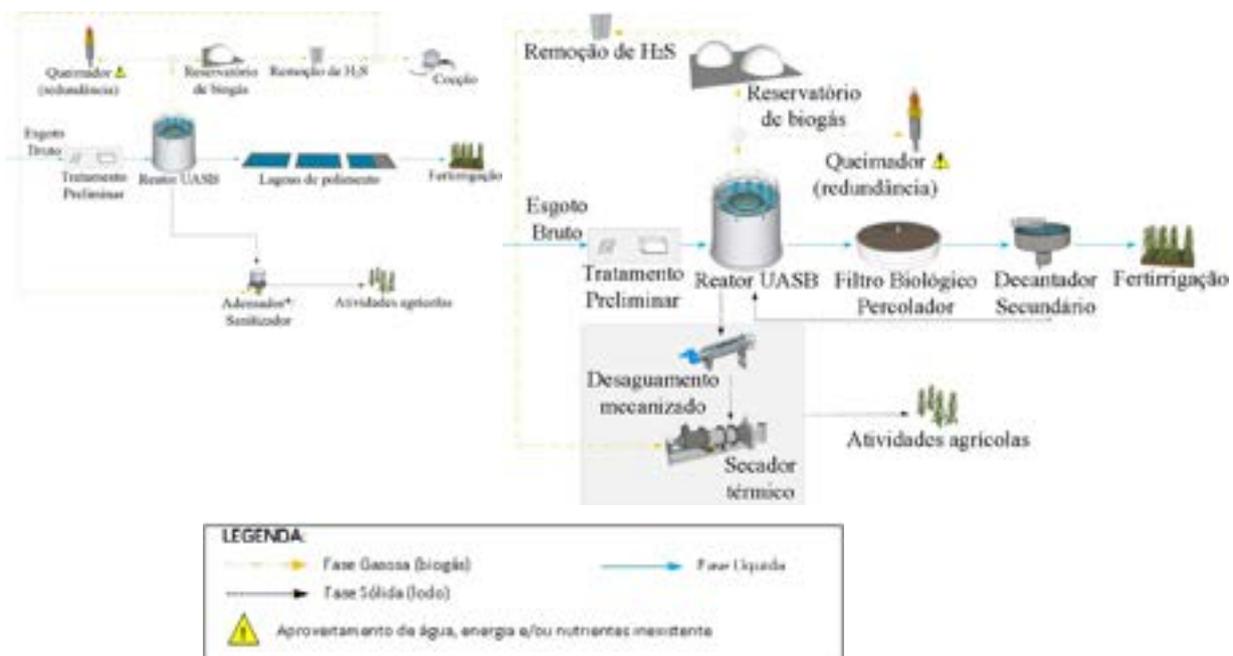
Com a finalidade de melhor exemplificar os ganhos econômicos, ambientais e sociais associados ao aproveitamento dos subprodutos biogás, lodo e água gerados nas ETE, apresentam-se, a seguir, dois estudos de caso, o primeiro para uma estação de pequeno porte (P = 5 000 hab.) e o segundo para uma estação de grande porte (P = 500 000 hab.). Em função das diversas possibilidades de destinação/ usos dos subprodutos gerados nas ETE (conforme exemplificado na Tabela 1), as quais dependem de vários fatores (p. ex.: atividades econômicas no entorno da ETE, tecnologia de tratamento, porte da ETE, etc.), optou-se por realizar os estudos de caso considerando apenas uma das alternativas possíveis de destinação/uso para cada um dos subprodutos, para ETE convencionais e para ETE sustentáveis, conforme apresentado na Tabela 1 e representado na Figura 42.

Tabela 1: Alternativas de destinação/uso dos subprodutos gerados nas ETE

PORTE DA ETE	SUBPRODUTOS DO TRATAMENTO DE ESGOTO E DESTINAÇÃO/USOS					
	ETE CONVENCIONAL			ETE SUSTENTÁVEL		
	Biogás	Lodo	Água	Biogás	Lodo	Água
Pequeno (P = 5 000 hab.)	Queimador	Aterro	Curso d'água	Higienização do lodo Cocção*	Agricultura	Fertirrigação (agricultura)
Grande (P = 500 000 hab.)	Queimador	Aterro	Curso d'água	Secagem/ /higienização do lodo	Agricultura	Fertirrigação (pastagem)

**Alternativa a ser considerada no caso de excedente de energia térmica*

Figura 42 — Representação esquemática de fluxogramas de ETE sustentáveis de pequeno (a) e grande (b) porte (fonte: Adaptado de Bressani-Ribeiro *et al.*, 2018)



Para efeito de comparação/mensuração dos ganhos/impactos associados a cada tipo de ETE (convencional × sustentável), foram ainda considerados parâmetros e indicadores típicos das ETE convencionais e das ETE sustentáveis, notadamente aqueles inerentes a destinação e/ou usos dos subprodutos, conforme mostrado na Tabela 2. Ressalta-se que os outros indicadores que possibilitaram a realização do estudo comparativo (p. ex., coeficiente de produção do lodo, produção de metano por volume de esgoto tratado, poder calorífico do metano, eficiências de conversão energética, fatores de emissão de CO₂-eq. do diesel, dos aterros sanitários, dos queimadores abertos, etc.), assim como as equações de cálculo, foram obtidos a partir das seguintes referências bibliográficas ⁽¹⁴⁹⁾ ⁽¹⁵⁰⁾ ⁽¹⁵¹⁾ ⁽¹⁵²⁾.

Tabela 2: Parâmetros e indicadores utilizados nos estudos de caso

PARÂMETROS/INDICADORES	PEQUENO PORTE		GRANDE PORTE	
	ETE CONVENCIONAL	ETE SUSTENTÁVEL	ETE CONVENCIONAL	ETE SUSTENTÁVEL
População (hab)	5 000		500 000	
Vazão de esgoto (L/s)	10		1 000	
Concentração DQO afluente (mg/L)	600		500	
Tecnologia de tratamento	UASB/LP		UASB/FBP	
Custo higienização do lodo (R\$/m ³ de esgoto tratado)*	NA	0,02	NA	NA
Custo secagem térmica do lodo (R\$/m ³ de esgoto tratado)*	NA	NA	NA	0,05
Distância transporte lodo (km)	5	0,5**	20	5
Custo transporte lodo (R\$/km)	50	25	30	30
Custo disposição lodo (R\$/m ³)	50	0	50	0
Custo adubo nitrogenado — ureia (R\$/kg)	5,90			

(*) Referem-se apenas a estimativas para os custos operacionais de tratamento do lodo, não tendo sido computados os custos de implantação das unidades de higienização/secagem térmica do lodo.

(**) Assumiu-se o transporte do lodo higienizado até um entreposto localizado próximo à ETE, onde seria disponibilizado para os agricultores. LP: Lagoa de Polimento; FBP: Filtro Biológico Percolador.

ETE de pequeno porte

Na Tabela 3, demonstra-se o balanço geral de emissões *per capita* anuais de gases de efeito estufa (GEE) para uma ETE de pequeno porte, comparativamente para cada tipo de estação (convencional × sustentável). Nota-se uma redução significativa de emissões considerando o arranjo tecnológico de uma ETE sustentável em relação ao fluxograma típico de ETE convencionais de pequeno porte. A higienização do lodo permite a utilização agrícola deste subproduto, evitando sua disposição em aterros sanitários e, conseqüentemente, eliminando as emissões fugitivas de GEE atreladas a essa rota. Adicionalmente, as menores distâncias de transporte, considerando a existência de um entreposto localizado próximo a ETE onde o lodo seria disponibilizado para os agricultores, permitem uma redução complementar substancial (cerca de 80 %) de emissões de GEE.

Para a ETE sustentável, a utilização do biogás como fonte de energia térmica possibilita a higienização do lodo com a geração de um excedente significativo de energia, da ordem de 75 % do potencial energético estimado para a estação. Logo, esse excedente poderia ser utilizado em substituição ao gás de cozinha (gás liquefeito de petróleo — GLP) para atender a população residente nas imediações da ETE. Isso implicaria, para além da completa neutralização da pegada de carbono da ETE sustentável, uma redução adicional significativa

⁽¹⁴⁹⁾ Andreoli *et al.*, 2001.

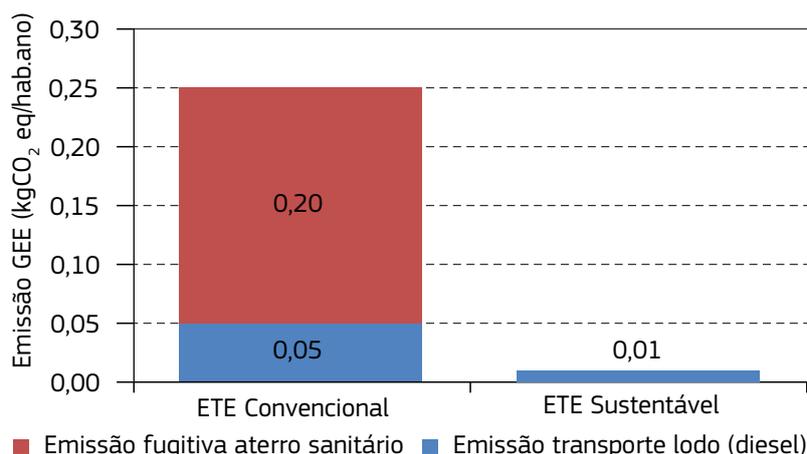
⁽¹⁵⁰⁾ Lobato *et al.*, 2012.

⁽¹⁵¹⁾ Ornelas *et al.*, 2018.

⁽¹⁵²⁾ Posseti *et al.*, 2019.

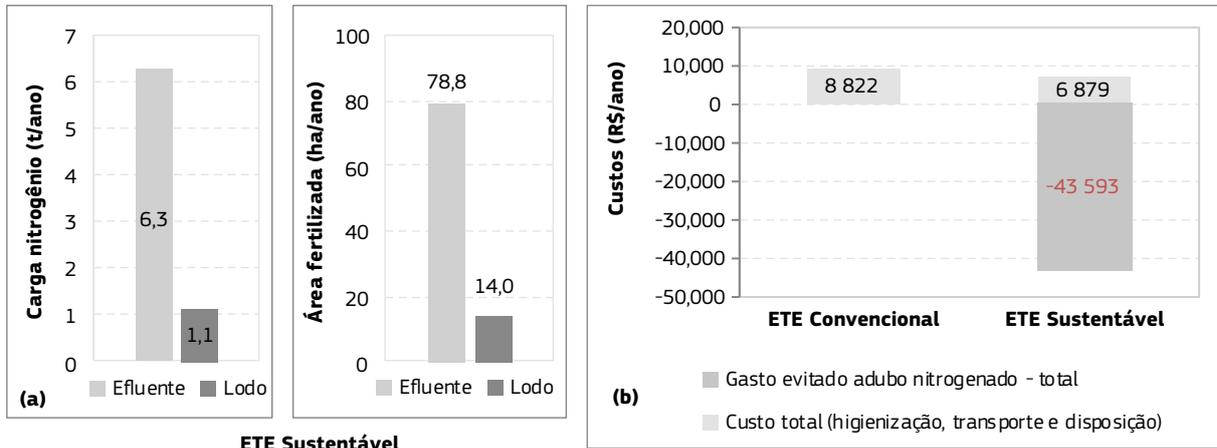
das emissões indiretas de GEE, visto que a utilização dessa parcela de biogás (aproximadamente 67 % da produção volumétrica diária) para cocção, implicaria em aproximadamente 1 200 kg CO₂ eq/hab. ano evitados. Neste estudo de caso, cerca de 200 famílias (ou aproximadamente 800 pessoas) seriam beneficiadas com o fornecimento do biogás, configurando adicionalmente em importante benefício social.

Tabela 3 — Emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas aos arranjos tecnológicos de uma ETE convencional e uma ETE sustentável de pequeno porte, segundo as alternativas discriminadas na Tabela 1.



No que se refere ao aproveitamento do lodo e efluente tratado, simulou-se a destinação de ambos para atividades agrícolas. No caso de ETE sustentáveis de pequeno porte que empregam a tecnologia de pós-tratamento por Lagoas de Polimento (que produzem efluente líquido de melhor qualidade — desinfetado), e considerando-se a baixa geração de lodo e efluente comparativamente a estações de grande porte, priorizou-se o uso desses subprodutos em cultivos mais nobres, porém não destinados ao direto consumo humano (p. ex., cana-de-açúcar). Os principais resultados são demonstrados na Tabela 4. Nota-se o potencial para aproveitamento superior a 7,0 tN/ano (efluente + lodo), o que seria suficiente para fertilização anual de um cultivo da ordem de 90 ha — área equivalente a aproximadamente 120 campos de futebol. Para se viabilizar tal aproveitamento, estima-se um custo anual de cerca de R\$ 6 900,00, ao passo que na ETE convencional o valor para gerenciamento desses subprodutos é da ordem de R\$ 8 800,00. Tal diferença associa-se principalmente à eliminação dos custos associados à disposição final em aterros sanitários. Soma-se a isso o custo evitado com a compra de adubos nitrogenados por agricultores, devido ao fornecimento do lodo higienizado e efluente tratado pela ETE sustentável, da ordem de R\$ 43 600,00. Ressalta-se que tais estimativas de ganhos econômicos devem ser compreendidas apenas em seus aspectos macro, uma vez que não foram computados os custos de implantação das unidades de higienização térmica do lodo. Todavia, sabe-se de antemão que esses custos são relativamente baixos.

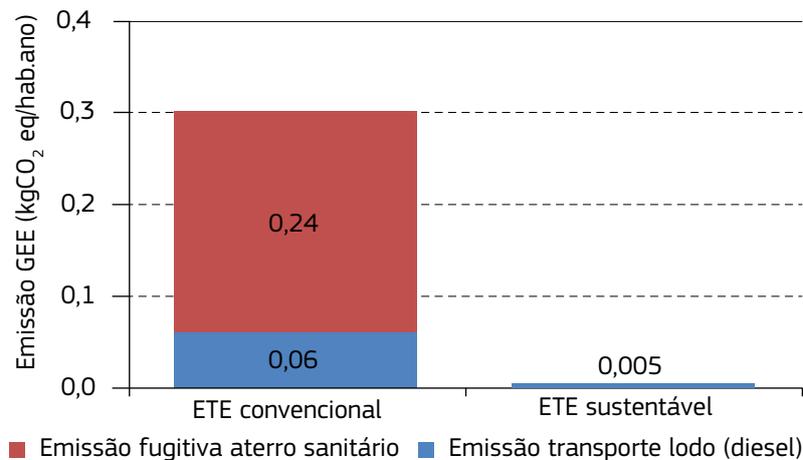
Tabela 4 — Carga de nitrogênio e respectiva área passível de ser fertilizada para uma ETE sustentável de pequeno porte (a) e comparativo de gastos evitados e custos totais associados à adubação nitrogenada entre uma ETE convencional e uma ETE sustentável (b)



ETE de grande porte

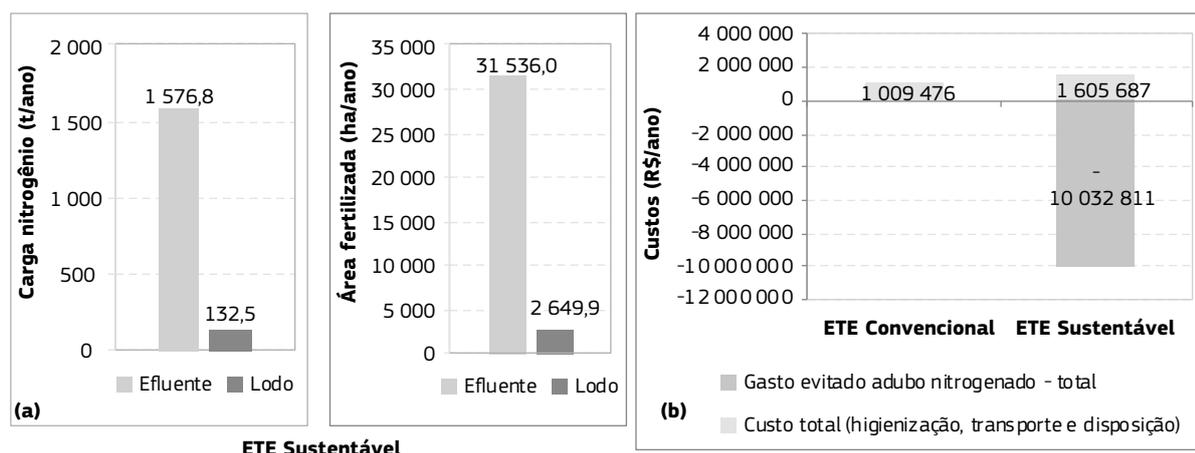
Analogamente ao conteúdo discutido anteriormente, na Tabela 5, caracteriza-se o balanço geral de emissões *per capita* anuais de GEE para uma ETE convencional em comparação a uma ETE sustentável, ambas de grande porte. Neste caso, as emissões fugitivas de GEE associadas à ETE convencional são também integralmente eliminadas na concepção proposta para a ETE sustentável, visto que o lodo gerado na estação é destinado a áreas agrícolas após a sua secagem e higienização em um secador térmico. A menor distância de transporte até o entreposto de recebimento de lodo, comparativamente à distância para o aterro sanitário, permite a redução de aproximadamente 90 % das emissões de GEE atreladas à queima de combustível fóssil. Dessa forma, a pegada de carbono global da ETE sustentável reduz-se significativamente (cerca de 98 %) em relação à ETE convencional, a ponto de se aproximar da neutralização das emissões de GEE.

Tabela 5 — Emissões de gases de efeito estufa (GEE) associadas aos arranjos tecnológicos de uma ETE convencional e uma ETE sustentável de grande porte, segundo as alternativas discriminadas na Tabela 1



No caso da disposição final de lodo e efluente tratado em ETE sustentáveis de grande porte, em vista da elevada geração desses subprodutos comparativamente às estações de menor porte e, conseqüentemente, a maior demanda de área para disposição final, avaliou-se o aproveitamento em áreas de pastagens. Os principais resultados são demonstrados na Tabela 6. Pode-se observar o potencial para aproveitamento superior a 1 700 tN/ano (efluente + lodo), suficientes para a fertilização anual de cerca de 34 200 ha de pastagens — aproximadamente a área do município de Belo Horizonte/MG. Já o custo anual associado a este aproveitamento é de cerca de R\$ 1,6 milhão, enquanto na ETE convencional o valor para gerenciamento desses subprodutos é da ordem de R\$ 1,0 milhão. Apesar do custo total superior verificado para a ETE sustentável (associado principalmente à etapa de secagem térmica do lodo), destaca-se o significativo custo evitado com a compra de adubos nitrogenados por agricultores, devido ao fornecimento de lodo e efluente tratado pela ETE sustentável, superior a R\$ 10 milhões/ano. Ressalta-se que tais estimativas de ganhos econômicos devem ser compreendidas apenas em seus aspectos macro, uma vez que não foram computados os custos de implantação das unidades de secagem térmica do lodo.

Tabela 6 — Carga de nitrogênio e respectiva área passível de ser fertilizada para uma ETE sustentável de grande porte (a) e comparativo de gastos evitados e custos totais associados à adubação nitrogenada entre uma ETE convencional e uma ETE sustentável (b).



Em síntese, os estudos de caso apresentados objetivam comunicar que, ao passo que soluções sustentáveis de tratamento de esgoto asseguram a qualidade ambiental e segurança sanitária, garantem também uma destinação mais adequada aos subprodutos gerados, transformando resíduos em recursos, fundamental para o incremento da cobertura por coleta e tratamento de esgoto no país. Os principais impactos negativos associados à destinação dos subprodutos em ETE convencionais e os principais impactos positivos relacionados ao aproveitamento de subprodutos em ETE sustentáveis são sintetizados na Tabela 7, a partir dos estudos de caso desenvolvidos anteriormente.

Tabela 7 — Impactos associados à destinação dos subprodutos das ETE convencionais × ETE Sustentáveis

IMPACTOS NEGATIVOS ASSOCIADOS À DESTINAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DAS ETE CONVENCIONAIS		
QUEIMA DE BIOGÁS EM QUEIMADOR ABERTO	DESTINAÇÃO DE LODO PARA ATERRO SANITÁRIO	LANÇAMENTO DE EFLUENTE TRATADO EM CURSO D'ÁGUA
<ul style="list-style-type: none"> • Emissão de GEE • Emissão de gases odorantes • Perda de potencial energético 	<ul style="list-style-type: none"> • Geração de lixiviado • Potencial poluição/contaminação do lençol freático • Redução da vida útil do aterro • Emissão fugitiva de GEE no aterro • Emissão de GEE devido ao uso de diesel para transporte do lodo • Perda de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do custo do tratamento de esgoto quando existe a necessidade de remoção de nutrientes • Aumento do custo do tratamento de água para abastecimento público
IMPACTOS POSITIVOS ASSOCIADOS AO APROVEITAMENTO DOS SUBPRODUTOS DAS ETE SUSTENTÁVEIS		
USO DO BIOGÁS PARA GERAÇÃO DE CALOR	USO DO LODO HIGIENIZADO NA AGRICULTURA	USO DO EFLUENTE TRATADO NA AGRICULTURA
<ul style="list-style-type: none"> • Redução da emissão de GEE devido à queima controlada em câmaras de combustão • Higienização do lodo • Redução substancial do volume de lodo quando o biogás é usado para secagem térmica • Melhoria das relações de convivência com a população que vive nas imediações da ETE, em decorrência do suprimento de biogás para cocção 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução dos custos de transporte e disposição final do lodo • Redução da pressão sobre a vida útil de aterros sanitários • Redução das emissões de GEE devido ao não envio do lodo para aterro sanitário • Fechamento dos ciclos do N e do P devido ao retorno desses nutrientes para o solo e consequente redução da demanda de fertilizantes minerais • Redução dos custos da produção agrícola 	<ul style="list-style-type: none"> • Redução do custo do tratamento do esgoto, caso haja necessidade de remoção de nutrientes • Redução da poluição dos cursos d'água e do custo do tratamento de água para abastecimento público • Aproveitamento de uma fonte de irrigação suplementar em regiões de escassez hídrica

Referências bibliográficas

Andreoli C. V.; von Sperling M.; Fernandes F. (Eds) (2001). Lodo de esgoto: tratamento e disposição final. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMG (ed.), 484 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v.6).

Bastos, R. K. X (coordenador) (2003). Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 267 p.

Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2012). Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, Brasil.

Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2015). Resolução Normativa n.º 687, de 24 de novembro de 2015. Altera a Resolução Normativa n.º 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição — PRODIST. Brasília, Brasil.

Brasil. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (2005). Resolução n.º 54, de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água, e dá outras providências. Brasília, Brasil.

Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (2006). Resolução n.º 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília, Brasil.

Bressani-Ribeiro, T.; Mota Filho, C.R.; Melo, V.R.; Bianchetti, F.J.; Chernicharo, C.A.L. (2018). Planning for achieving low carbon and integrated resources recovery from sewage treatment plants in Minas Gerais, Brazil. *Journal of Environment Management*, 242, 465-473.

Cabral B. G. C.; Chernicharo C. A. L.; Hoffmann H.; Neves P. N. P.; Platzer C.; Bressani-Ribeiro T.; Rosenfeldt S. (2016). Resultados do projeto de medições de biogás em reatores anaeróbios/Probiogás. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (ed.), GIZ/Ministério das Cidades, Brasília, Brasil.

Campos, J.R. (coordenador) (1999). Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo. Rio de Janeiro: ABES/PROSAB, 435 p.

Chernicharo, C. A. L.; Brandt, E. M. F.; Bressani-Ribeiro, T.; Melo, V. R.; Bianchetti, F. J.; Mota, Filho C.; McAdam, E. (2017). Development of a tool for improving the management of gaseous emissions in UASB-based sewage treatment plants. *Water Practice & Technology*, 12, 4, 917-926.

Florêncio, L.; Bastos, R. K. X; Aisse, M. M. (Eds). (2006). Tratamento e utilização de esgotos sanitários. PROSAB — Edital IV. Recife: ABES, 427 p.

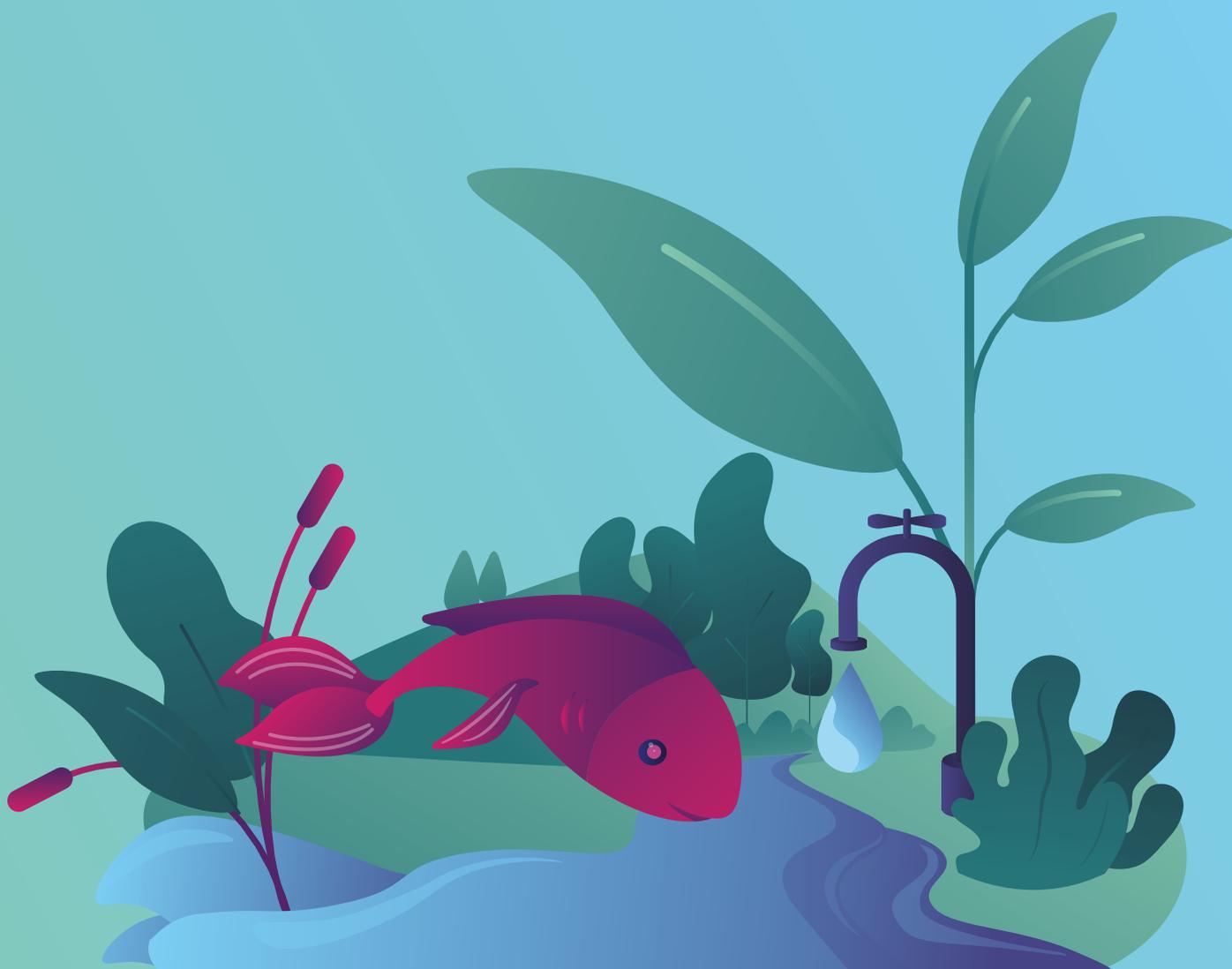
Lobato, L. C. S.; Chernicharo, C. A. L.; Souza, C. L. (2012). Estimates of methane loss and energy recovery potential in anaerobic reactors treating domestic wastewater. *Water Science and Technology*, 66, 12, 2745-2753.

Ornelas-Ferreira, B; Lobato L. C. S.; Colturato, L. F. D.; Torres, E. O.; Pombo, L. M.; Pujatti, F. J. P.; Araújo, J. C.; Chernicharo, C. A. L. (2020). Strategies for energy recovery and gains associated with the implementation of a solid-state batch methanization system for treating organic waste from the city of Rio de Janeiro — Brazil. *Renewable Energy*, 146, 1976-1983.

Possetti, G. R. C.; Rietow, J.; Cabral, C. B. G.; Moreira, H. C.; Platzer, C.; Bressani-Ribeiro, T.; Chernicharo, C.A.L. (2019). Energy recovery from biogas in UASB reactors treating sewage. In Chernicharo, C.A.L., Bressani-Ribeiro, T. (Eds.), *Anaerobic reactors for sewage treatment: design, construction and operation*. IWA Publishing, London, p. 194-236.

Rosa, A. P.; Chernicharo, C. A. L.; Lobato, L. C. S.; Silva, R. V.; Padilha, R. F.; Borges, J. M. (2018). Assessing the potential of renewable energy sources (biogas and sludge) in a full-scale UASB-based treatment plant. *Renewable Energy*, 124, 21-26.

Transição para Cidades Sustentáveis



4. TRANSIÇÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

4.1 O QUE AS CIDADES PRECISAM PARA SE TRANSFORMAREM COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA?

Niki Frantzeskaki, Paula Vandergert e Gillian Dick

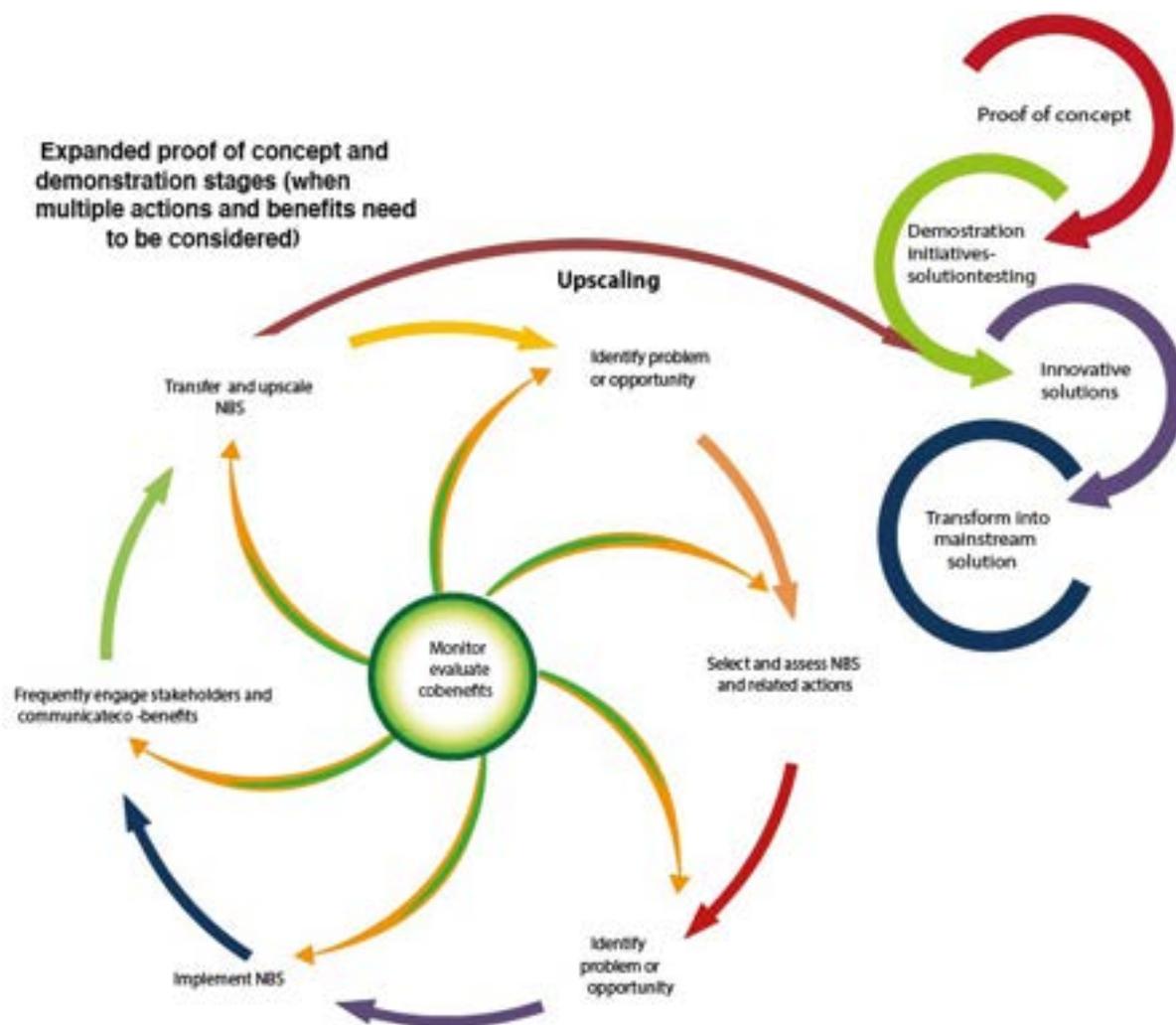
Mensagens principais

- Os urbanistas precisam adotar um modo de pensar voltado para soluções que identifiquem todos os benefícios secundários das SbN, nas fases de projeto e implementação conjuntos.
- Os urbanistas precisam investir em suas habilidades de negociação e colaboração para abrir a base de ideias das cidades e planejar as SbN como laboratórios de convivência urbana para aprender fazendo de modo a alcançar sustentabilidade e resiliência urbana.
- Para dimensionar as SbN, as cidades devem criar espaços institucionais que permitam o aprendizado colaborativo por meio de parcerias. Espaços institucionais que permitem o aprendizado colaborativo incluem programas de pesquisa em larga escala, redes de cidades temáticas, compartilhamento de conhecimentos e plataformas de apoio.

Introdução

As cidades são lugares nos quais podemos acelerar ou interromper as transformações para a sustentabilidade urbana, por estar à frente de ações relacionadas à mudança climática, desigualdade e ao cenário de turnos de mão de obra/trabalho. Ao mesmo tempo em que há diversas ações e mobilização de conhecimentos e capital social nas cidades, definitivamente não existem ações fáceis para transformar estilos de vida, infraestruturas e instituições urbanas. Uma abordagem para enfrentar diversos desafios socioeconômicos e ambientais consiste em ganhar escala na implementação de SbN nas cidades. SbN são soluções sistêmicas que aproveitam a força, a flexibilidade e a capacidade inerente de inovação que a natureza tem de restaurar, revitalizar e manter os ecossistemas das cidades e regiões, produzindo múltiplos benefícios. Entretanto, resolver problemas contemporâneos usando as SbN pode exigir mudanças nas abordagens já aplicadas. Neste capítulo, iremos explorar o que pode ser feito para acelerar a promoção e impulsionar a aplicação de SbN, avaliando a necessidade de novas políticas. Combinando conhecimento, habilidades e parcerias relacionadas aos modelos de políticas ⁽¹⁵³⁾ para as SbN, discutiremos como passar da ciência para as políticas e a prática.

⁽¹⁵³⁾ Raymond, C.M. *et al.*, 2017.

Figura 43 — Raymond *et al.*: ciclo de políticas voltadas para as SbN

Necessidade de conhecimentos para a implementação de SbN

Identificamos dois tipos de conhecimentos necessários para implantar SbN: o conhecimento sobre o pensamento sistêmico como base para entender a complexidade das SbN e seus múltiplos benefícios e o pensamento baseado em soluções, o qual exige uma mudança de estratégia da análise e identificação do problema, para (co)projetar, monitorar e avaliar as soluções sistêmicas na prática. A cada fase do ciclo de implementação da SbN, estes dois conhecimentos precisam ter diferentes formas operacionais:

- Durante as duas primeiras fases do ciclo de planejamento da SbN (identificação do desafio ou oportunidade e seleção do tipo de SbN), conhecimento sobre os sistemas e sua suscetibilidade para mudar com a introdução da SbN é importante, assim como sua capacidade inerente de adaptação ⁽¹⁵⁴⁾. Isso também se relaciona ao conhecimento necessário para selecionar o tipo de SbN para melhor oferecer oportunidades de negócios.
- Para planejar a implementação de SbN é necessário ter conhecimento abrangente dos princípios de SbN para desenvolver projetos que possam ser adequados e orientar soluções localmente adaptadas, além de desenvolver o arcabouço institucional que irá operacionalizar o pensamento orientado para as soluções.

⁽¹⁵⁴⁾ Krauze, K. *et al.*, 2019.

A necessidade desse conhecimento se intensifica pela existência de informações abundantes sobre a SbN ⁽¹⁵⁵⁾ e a necessidade de se ter estruturas projetuais baseadas em evidências ⁽¹⁵⁶⁾.

- Outro conhecimento necessário identificável consiste em selecionar as estruturas adequadas de monitoramento e avaliação dos múltiplos impactos da SbN, no intuito de fundamentar políticas e ter percepção social com a avaliação dos diversos benefícios das SbN, comparados à infraestrutura cinza. É também necessária uma avaliação ponderada das SbN que também considere os benefícios sociais mais amplos, tais como as necessárias coesão e justiça social ⁽¹⁵⁷⁾. Pesquisa recente sobre a avaliação dos serviços ecossistêmicos com frequência negligenciou essa lacuna de conhecimento e apontou para os desafios conceituais ou semânticos na avaliação dos serviços ecossistêmicos e das SbN, respectivamente ⁽¹⁵⁸⁾.
- Para a transferência e ganho de escala na implementação de SbN, existe uma falta de conhecimento sobre como transformar as SbN em oportunidades de negócios, o que está criando uma barreira à sua universalização. Inferimos que o conhecimento sobre os caminhos e estratégias de pensar, projetar e operar uma SbN como oportunidades de negócios é manifestamente ignorado pelas cidades. As SbN são, todavia, uma perspectiva atraente para qualquer cidade por possibilitarem investimentos em projetos socioeconômicos, sustentáveis e de grande impacto.

Habilidades necessárias para planejar e implementar as SbN nas cidades

A pesquisa sobre a governança e gestão ambiental urbana de SbN não especificou devidamente quais habilidades são necessárias para o planejamento e implementação de soluções urbanas sistêmicas em larga escala. Por todo o ciclo de planejamento, nossa proposta é a exigência de duas habilidades principais: negociação e colaboração. Essas habilidades são fundamentais para facilitar o início e a manutenção de parcerias com os diversos atores urbanos a cada fase da implementação de SbN. Outras habilidades que foram identificadas como fundamentais para fases específicas incluem:

- Para a fase da identificação do desafio ou oportunidade de SbN, os planejadores necessitarão de habilidades de comunicação para se envolverem com os cidadãos e as empresas, a fim de criar as narrativas, entendimentos em conjunto e os enquadramentos contextualizados do problema que ressoarão no projeto conjunto da SbN.
- Para a fase de seleção do tipo de SbN, é importante que os urbanistas tenham conhecimento do ecossistema ⁽¹⁵⁹⁾ e habilidades analíticas para entender, comparar e avaliar a adequação dos diferentes tipos de SbN em relação às oportunidades de implementação em um determinado local ⁽¹⁶⁰⁾.
- Para as fases de projeto e implementação da SbN, as habilidades de liderança institucional são importantes, aliadas às habilidades de negociação, de modo a viabilizar que os urbanistas transitem pela complexidade institucional e construam alianças interdepartamentais ⁽¹⁶¹⁾.

⁽¹⁵⁵⁾ Blau, M., *et al.*, 2018.

⁽¹⁵⁶⁾ Dryzek, J.S.; Norgaard, R.B.; Schlosberg, D., 2013.

⁽¹⁵⁷⁾ Keeler, B. L., *et al.*, 2019.

⁽¹⁵⁸⁾ Small, N.; Munday, M.; Durance, I., 2017.

⁽¹⁵⁹⁾ Davies, C.; Laforzezza, R., 2019.

⁽¹⁶⁰⁾ Albert, C. *et al.*, 2018.

⁽¹⁶¹⁾ Santoro, S. *et al.*, 2019.

Necessidades de parcerias e governança colaborativa para implementação da SbN

Para a realização de SbN, identificou-se a necessidade política de firmar parcerias com a sociedade civil, as empresas locais e os especialistas. Com os benefícios ambientais, ecológicos e socioeconômicos — todos passíveis de serem alcançados por meio do projeto e gestão adequados da SbN —, as parcerias nas comunidades de interesse e a prática devem ser acordadas. Isso inclui atores tão diversos quanto os empreendedores, autoridades locais/regionais, ambientalistas, arquitetos, arquitetos paisagistas, entidades públicas do governo, responsáveis pelo meio ambiente natural, gerentes de instalações e gerentes de infraestrutura ⁽¹⁶²⁾. Este livro também explora a pluralidade das parcerias que trazem SbN nas cidades ⁽¹⁶³⁾, apresentando a importância da governança para início e implementação nas cidades das SbN. Entretanto, vale observar que o tipo de parceria é primordial para abordar as necessidades de políticas para a implementação das SbN. As parcerias que são feitas, com frequência de modo temporário e específico para o local, também são consideradas vitais para o andamento das SbN.

Estudo de caso

Necessidades políticas para a cidade de Glasgow realizar soluções baseadas na natureza

Glasgow é a maior cidade da Escócia (Reino Unido) (população: 590 000 habitantes). Em consequência do declínio pós-industrial e políticas habitacionais anteriores, Glasgow possui uma grande quantidade de território desocupado e negligenciado dentro dos limites da cidade e vizinhanças com níveis significativos de pobreza. Glasgow tem exemplos bem-sucedidos de SbN locais e existe um novo foco estratégico (na Região da cidade de Glasgow) sobre a gestão das águas superficiais por meio da integração de sistemas sustentáveis de drenagem nos novos empreendimentos. A abordagem de Glasgow para desenvolver um modelo dimensionado de SbN justifica-se por sua Estratégia para Espaços Abertos (OSS — sigla em inglês) e pelas Análises de Contexto Locais que a acompanham. A OSS é um documento estratégico transversal que visa oferecer uma visão coerente e coordenada das responsabilidades sobre os diversos espaços abertos para assegurar espaços abertos bem administrados, bem localizados e bem conectados que funcionam como parte de uma rede verde mais ampla e proporcionam benefícios multifuncionais para proteção do clima e reconexão com a natureza. A inovação ocorre no nível da política e implementação para superar algumas das barreiras à transição para uma implantação de SbN em larga escala. Uma ausência histórica de experiência da comunidade em termos de inovação social evidenciou a necessidade de se encontrar novas maneiras de formar e manter parcerias com as comunidades, especialmente nas áreas suscetíveis a inundações, com uma necessidade de educar as comunidades quanto aos múltiplos benefícios das SbN. Há também uma necessidade de se gerar capacitação em relação às inovações e ao empreendedorismo em torno de SbN, no intuito de se captar diversas oportunidades como espaços livres adequados, aumento da biodiversidade e melhor qualidade de vida. Isso implica em novas maneiras de se trabalhar colaborativamente, tanto internamente — no âmbito da administração da cidade — como com os atores externos — e como recontextualizar o grupo de atores como parceiros no desenvolvimento de SbN. Essa nova abordagem colaborativa está sendo desenvolvida em locais específicos da cidade para conectar o pensamento estratégico e sistêmico associado com as SbN dimensionadas e a implementação de intervenções específicas para certos contextos para alcançar múltiplos benefícios.

⁽¹⁶²⁾ Connop, S. *et al.*, 2016; Nesshover, C. *et al.*, 2017; Lopez-Rodriguez, M.D. *et al.*, 2017.

⁽¹⁶³⁾ Capítulo 4.2 nesse livro.

Figura 44 — Um panorama sobre as diferentes agendas urbanas que se conectam ao modelo de SbN da cidade de Glasgow

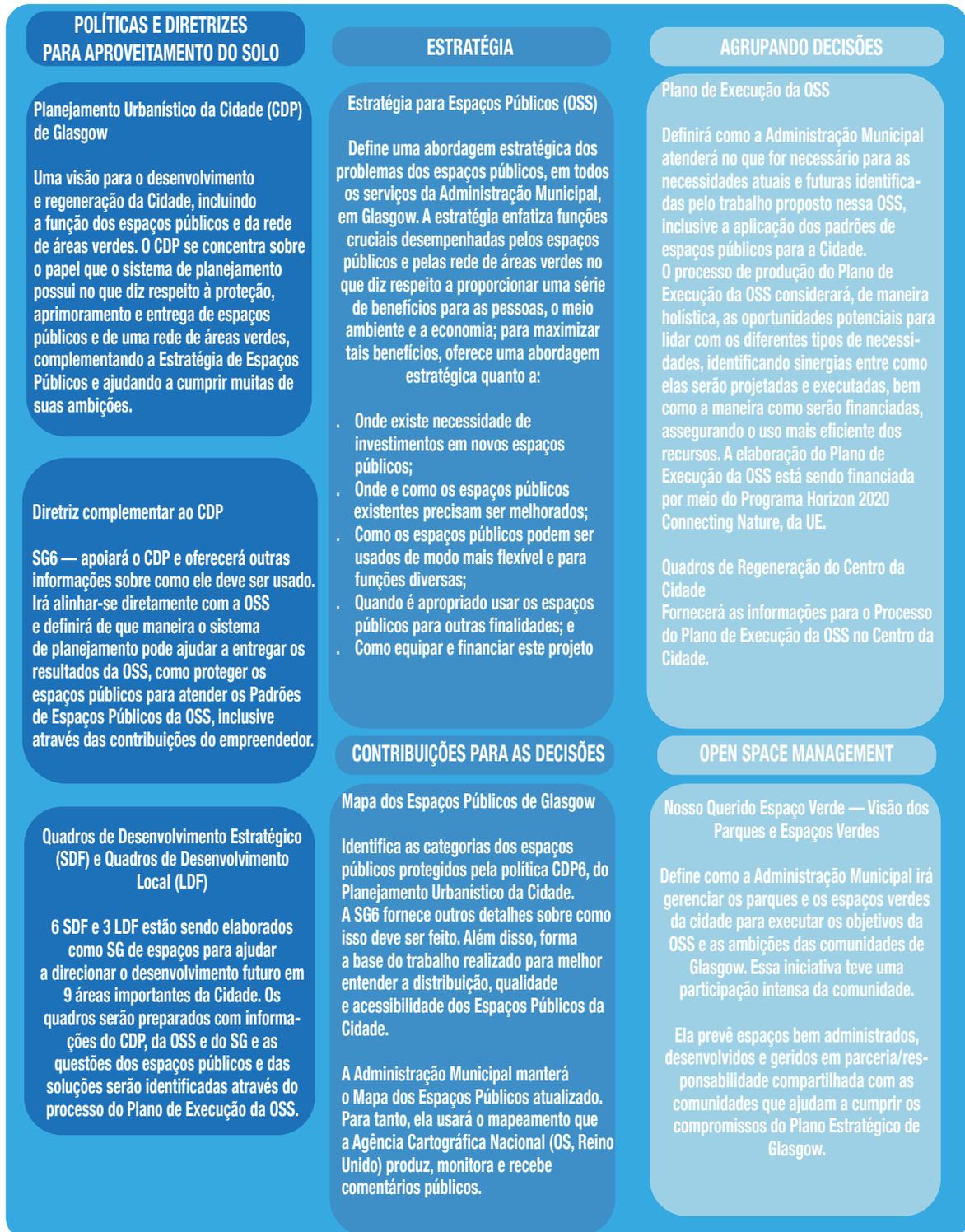


Figura 45 — Panorama das diferentes necessidades e aproveitamentos futuros identificados através de um processo colaborativo com urbanistas para abordar com a visão de «Espaço Aberto», por meio do modelo de SbN, em Glasgow

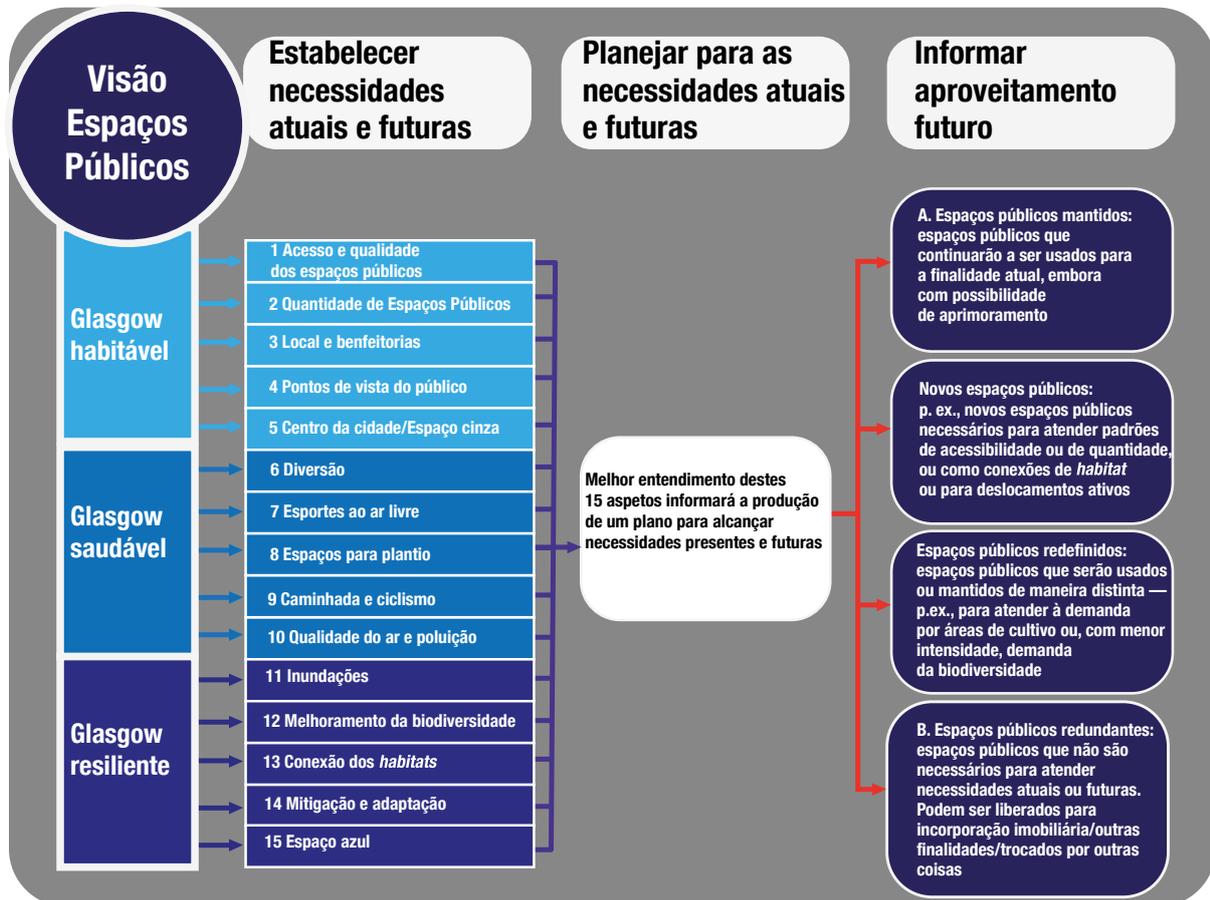


Figura 46 — Mapeamento de parcerias estratégicas que delinea os diferentes contextos com os quais a Estratégia para Espaços Abertos se conecta para sua implementação na cidade de Glasgow



Conclusões

Nossa análise indica que são necessários processos ou abordagens que conectem simultaneamente as necessidades de conhecimento, habilidades, estabelecimento de parcerias e para assegurar o compromisso político. Propomos três processos de modo a contribuir para que as cidades lidem com suas necessidades de políticas.

Primeiramente para enriquecer a base de conhecimento das cidades em relação às SbN e ampliar suas habilidades (vocacionais, profissionais e de criação de rede de contatos), é recomendável estabelecer e investir em programas de capacitação direcionados e personalizados. Os atores urbanos mediadores como o ICLEI, C40, UCLG e IUCN, pioneiros na criação de programas de capacitação e estatutos urbanos, encontram-se em boa posição para personalizar seus programas para as necessidades da cidade ⁽¹⁶⁴⁾.

⁽¹⁶⁴⁾ Fratzeskaki *et al.*, 2019.

Em segundo lugar, propomos que as cidades criem espaços institucionais que permitam o aprendizado colaborativo por meio de parcerias. Espaços institucionais que permitem o aprendizado colaborativo incluem programas de pesquisa em larga escala ⁽¹⁶⁵⁾, redes de cidades temáticas ⁽¹⁶⁶⁾, compartilhamento de conhecimentos e plataformas de apoio. Os espaços institucionais mencionados podem transformar as cidades em Laboratórios de Inovação Urbana (*Urban Living Lab*) orientados para o aprendizado, que conectam e viabilizam a inovação com e por meio das SbN ⁽¹⁶⁷⁾. Dessa maneira, as lacunas de conhecimento das cidades podem ser tratadas por meio das alianças para o aprendizado ou outras parcerias voltadas para o conhecimento, ao mesmo tempo que fomentando habilidades colaborativas e de comunicação para melhor planejamento e implementação das SbN.

Nossa terceira proposta consiste em acelerar as inovações em âmbito institucional e de governança que promovam políticas com base em evidência e no planejamento urbano, vinculando o conhecimento das SbN com o compromisso e tomadas de decisões políticas. Para promover e acelerar inovações para as SbN, os planejadores urbanos precisam atuar como agentes de mudança ou empreendedores de políticas, adotando narrativas de conexão, criando espaços facilitadores de inovação e para informar agendas urbanas múltiplas.

O mais importante, uma proposta futura para as SbN é acelerar as inovações institucionais e de governança que oferecem suporte a evidências sistêmicas dos múltiplos benefícios das SbN e torna-las reconhecidas como soluções socioeconômicas, ambientais e empresariais para cidades sustentáveis e resilientes.

Agradecimentos

A pesquisa deste capítulo do livro foi financiada pelo programa European Union Horizon 2020, com o projeto CONNECTING NATURE (2017-2021).

Referências bibliográficas

Albert, C.; Schroter, B.; Haase, D.; Brillinger, M.; Henze, J.; Herrmann, S.; Gottwald, S.; Guerrero, P.; Nicolas, C.; and Matzdorf, B. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute?, *Landscape and Urban Planning*, 182, 12-21, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.003>

Blau, M.; Luz, F.; Panagopoulos, T.; Blau, M. L.; Luz, F.; & Panagopoulos, T. (2018). Urban River Recovery Inspired by Nature-Based Solutions and Biophilic Design in Albufeira, Portugal. *Land*, 7(4), 141. <https://doi.org/10.3390/land7040141>

Bulkeley, H.; Xie, L.; and Tozer, L. (2020). *Governing urban nature-based solutions* (nesse livro).

Collier, M., and Connop, S. (2020). *Urban living labs: nature-based solutions experiences in the EU* (nesse livro).

Connop, S.; Vandergert, P.; Eisenberg, B.; Collier, M.; Nash, C.; Clough, J. and Newport, D. (2016). Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. *Environmental Science & Policy* 62, Pages 99–111.

Davies, C. and Laforteza, R. (2019). Transitional path to the adoption of nature-based solutions. *Land Use Policy*, 80, 406–409. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2018.09.020>

Dryzek, J.S.; Norgaard, R.B. and Schlosberg, D. (2013). *Climate challenged society*, Oxford University Press: UK.

Frantzeskaki, N. (2019). How city-networks are shaping and failing innovations in urban institutions for sustainability and resilience, *Global Policy*, Article in Pres.

⁽¹⁶⁵⁾ Frantzeskaki e Kabisch, 2016.

⁽¹⁶⁶⁾ Frantzeskaki *et al.*, 2019.

⁽¹⁶⁷⁾ Capítulo 5.2 nesse livro.

Frantzeskaki, N. and Kabisch, N. (2016). Designing a knowledge co-production operating space for urban environmental governance — Lessons from Rotterdam, the Netherlands and Berlin, Germany, *Environmental Science and Policy*, 62, 90-98.

Frantzeskaki, N.; Buchel, S.; Spork, C.; Ludwig, K. and Kok, M.T.J. (2019). The multiple roles of ICLEI: Intermediating to innovate urban biodiversity governance, *Ecological Economics*, 164, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.06.005>

Keeler, B. L.; Hamel, P.; McPhearson, T.; Hamann, M. H.; Donahue, M. L.; Meza Prado, K. A.; Wood, S. A. (2019). Social-ecological and technological factors moderate the value of urban nature. *Nature Sustainability*, 2(1), 29-38. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0202-1>

Krauze, K. and Wagner, I. (2019). From classical water-ecosystem theories to nature-based solutions — Contextualizing nature-based solutions for sustainable city. *Science of The Total Environment*, 655, 697-706. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.187>

Lopez-Rodriguez, M.D.; Castro, H.; Requena-Mullor, J.M.; Cano, A.; Valenzuela, E.; J.Cabello, J. (2017). Exploring institutional mechanisms for scientific input, into the management cycle of the National Protected Area Network of Peru: Gaps and Opportunities, *Environmental Management*, 60, 1022-1041, DOI 10.1007/s00267-017-0929-x.

Nesshöver, C.; Assmuth, T.; Irvine, KN; Rusch, GM; Waylen, KA; Delbaere, B; Haase, D.; Jones-Walters, L.; Keune, H.; Kovacs, E.; Krauze, K.; Kúlvik, M.; Rey, F.; van Dijk, J.; Vistad, OI; Wilkinson, ME; and Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment* 579, 1215-1227.

Raymond, C.M.; Frantzeskaki, N.; Kabisch, N.; Berry, P.; Breil, M.; Nita, M.R.; Geneletti, D.; and Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas, *Environmental Science and Policy*, 77, 15-24, doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008

Santoro, S.; Pluchinotta, I.; Pagano, A.; Pengal, P.; Cokan, B.; & Giordano, R. (2019). Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: The case of the Glinščica river (Slovenia). *Science of The Total Environment*, 655, 188-201. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.11.116>

Small, N.; Munday, M.; Durance, I. (2017). The challenge of valuing ecosystem services that have no material benefits, *Global Environmental Change*, 44, 57-67, <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.03.005>

4.2. SOLUÇÕES REGULADORAS COM BASE NA NATUREZA PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS

Harriet Bulkeley, Linjun Xie e Laura Tozer

Mensagens principais

- As SbN que tratam dos desafios hídricos das áreas urbanas também podem proporcionar diversos benefícios, mas necessitam do engajamento de diferentes agentes.
- Variadas modalidades de governança para as SbN poderiam ser agrupadas, de modo amplo, em três categorias: as lideradas pelo município, o trabalho em parceria e as lideradas por entidades privadas e pela sociedade civil.
- Existe uma ênfase crescente nas parcerias como um meio eficaz de governança que pode viabilizar as SbN para lidar com os desafios hídricos e outros objetivos de desenvolvimento sustentável.

Uma em cada quatro cidades já está passando por estresse hídrico. Além disso, as projeções apontam que esse número deva aumentar, na medida que os impactos das mudanças climáticas continuam a ampliar os desafios hídricos ⁽¹⁶⁸⁾ ⁽¹⁶⁹⁾. Nesse contexto, as SbN podem desempenhar um papel essencial no sentido de melhorar a resiliência das cidades ⁽¹⁷⁰⁾. As SbN têm muitos benefícios relacionados à água, mas também são inerentemente soluções multifuncionais, o que significa que as SbN que tratam dos desafios hídricos também propiciam benefícios relacionados a outros desafios de sustentabilidade. Para além de apenas substituírem a infraestrutura cinza para a gestão hídrica urbana, «as SbN, aplicadas em escala urbana, enfatizam a multifuncionalidade em termos de serviços e funções que incluem a gestão da drenagem ⁽¹⁷¹⁾, a provisão de *habitats*, a conectividade ecológica, saúde e bem-estar, espaços para recreação, redução de energia e mudança climática, mitigação e adaptação» ⁽¹⁷²⁾. A verdade de se utilizar as informações sobre a natureza para abordar os desafios de sustentabilidade em áreas urbanas reside no fato de que isso permite que diversos objetivos de desenvolvimento sustentável sejam tratados de uma só vez. Alcançar esses vários benefícios, no entanto, significa criar relacionamentos operacionais que agrupem uma gama de agentes de empresas, do governo e da sociedade civil com diversos interesses e responsabilidades que utilizam política eficaz e estratégias de governança.

As SbN com frequência usam informações sobre uma ampla gama de conhecimentos especializados para o *design* e implantação, exigindo parcerias interdisciplinares ⁽¹⁷³⁾ para serem efetivamente planejadas e implantadas, uma vez que precisam prontamente equilibrar as necessidades e as considerações técnicas das diversas disciplinas. As SbN reúnem diversos agentes urbanos, interessados nos variados benefícios ambientais, econômicos e sociais ⁽¹⁷⁴⁾, para além dos motivos óbvios, envolvidos nos investimentos em infraestrutura urbana. Uma vez que as SbN para as cidades exigem que diversos *stakeholders* trabalhem juntos para controlar as sinergias e concessões, as soluções de governança precisam oferecer novas parcerias e novas maneiras de trabalhar. Em especial, ao facilitar o pensamento integrado e superar os silos de dados que dividem disciplinas, fases de desenvolvimento do projeto e os setores público e privado, as soluções de governança conjunta são fundamentais para permitir que as SbN em áreas urbanas tratem dos desafios hídricos, ao mesmo tempo em que aprimoram amplamente a sustentabilidade da área urbana.

⁽¹⁶⁸⁾ Arup, 2018.

⁽¹⁶⁹⁾ Ver capítulos 2.3 e 2.4 nesse livro.

⁽¹⁷⁰⁾ Kabisch *et al.*, 2016.

⁽¹⁷¹⁾ Ver capítulo 3.2 nesse livro.

⁽¹⁷²⁾ Scott *et al.*, 2016, p. 268.

⁽¹⁷³⁾ Ver capítulos nas seções 4, 5 e 6 nesse livro.

⁽¹⁷⁴⁾ Kabisch *et al.*, 2016; Raymond *et al.*, 2017.

Governança em modalidades diversas

A pesquisa sobre as respostas urbanas às mudanças climáticas e aos desafios da sustentabilidade demonstrou que os governos locais e outros agentes atuam dentro das condições da governança multinível, nos quais as capacidades e as responsabilidades são distribuídas verticalmente pelos níveis hierárquicos de autoridade, entre e dentro de redes e organizações que atuam em âmbito regional, nacional e transnacional. Tais condições de governança multinível criam e reproduzem autoridade fragmentada para administrar para a sustentabilidade e a mudança climática — na extensão que qualquer agente ou organização específicos fiquem limitados em termos de sua jurisdição, autoridade, capacidades e responsabilidades, de maneiras que variem significativamente também com o contexto nacional ⁽¹⁷⁵⁾. Conseqüentemente, a governança da sustentabilidade raramente ocorre unicamente por meio dos mecanismos tradicionais de regulação e planejamento, mas sim através de diferentes modalidades ou formas de governança. Outra pesquisa ⁽¹⁷⁶⁾ descobriu que as modalidades de governança empregadas podem incluir formas mais diretas, em que os municípios têm um elevado nível de autoridade ou autonomia — eles podem regular ou, através de suas próprias operações internas, controlar uma grande proporção dos fluxos de energia, água e resíduos na cidade. Alternativamente, os municípios que são bem equipados ou que têm responsabilidades diretas de fornecer serviços e infraestrutura podem exercer esse controle através do fornecimento de tecnologias específicas, incentivos, serviços e assim por diante. Entretanto, muitos municípios confiam em formas de habilitar outras entidades a agirem, por meio de campanhas de informações ou outros meios de conectar as capacidades de governança das outras organizações e que o trabalho em parceria é uma modalidade de governança cada vez mais popular. Através dessas parcerias é possível perseverar nos esforços pela sustentabilidade. Frequentemente, podemos identificar uma mescla de governanças em funcionamento, na qual são empregadas diferentes modalidades, seja pelo mesmo agente ao longo do tempo ou sendo realizadas por diferentes agentes à medida que buscam responder aos desafios urbanos. Por exemplo, um estudo sobre a governança para adaptação urbana em cinco cidades precursoras (Basel, Chicago, Londres, Stuttgart e Roterdã) indica que «a responsabilidade pública é algo bem dominante, certamente nas fases iniciais do processo de criação das políticas. As autoridades locais assumem as funções de definição da agenda, criação da base de conhecimentos, formulação de políticas e definição de estratégias nas cinco cidades» ⁽¹⁷⁷⁾, porém, à medida que o processo se voltou para a implantação, a governança liderada por entidades privadas e da sociedade civil surgiu, uma vez que os municípios, de sua parte, se voltavam para modalidades de habilitação, no intuito de assegurar o engajamento dos agentes com tais medidas.

Quando se trata de SbN em áreas urbanas, vimos características idênticas às adotadas para governança da sustentabilidade de áreas urbanas, em geral. As intervenções estão ocorrendo em condições de governança multinível e assumindo formas distintas. Nossa análise de 54 SbN — que estão sendo empregadas em relação aos desafios da sustentabilidade em áreas urbanas de 18 cidades — identificou 12 diferentes modalidades de governança, as quais poderiam ser agrupadas em três categorias: as lideradas pelo município, o trabalho em parceria e as lideradas pela iniciativa privada e a sociedade civil ⁽¹⁷⁸⁾.

Modalidades de governança para as SbN lideradas pelo município

As modalidades de governança nas quais o município assume um papel de liderança incluem aquelas em que o município, propriamente dito, possui autoridade para desenvolver e implantar SbN e aquelas em que o município proporciona as condições que levam outros agentes a fazer isso (Tabela 1). Por exemplo, na China, o parque ecológico nas terras alagadas de Tianjin (Figura 47) — em uma zona franca na Nova Área de Binhai exemplifica uma intervenção inovadora em termos de SbN liderada pelo Estado. Desenvolvido pelo governo local e pela empresa estatal (SOE), financiado pelo Asian Development Bank (ADB), o parque nas terras alagadas incorporou o tratamento de águas residuais, a recuperação ecológica do local e a criação de espaços de lazer, os quais não apenas tratam dos desafios hídricos urbanos em uma área portuária altamente industrializada, mas também traz benefícios socioculturais. De igual modo, em Montpellier (França), o Département of Hérault — um setor do governo regional — iniciou uma intervenção no Rio Lez para integrar as atividades humanas à preservação da biodiversidade, aprimorando a gestão hídrica, a prevenção de inundações, a proteção ao ecossistema e o fornecimento de oportunidades de recreação e educação.

⁽¹⁷⁵⁾ Bulkeley & Kern, 2006.

⁽¹⁷⁶⁾ *Idem, ibidem.*

⁽¹⁷⁷⁾ Mees, 2017, p. 379.

⁽¹⁷⁸⁾ Bulkeley, 2019.

Figura 47 — Rio Lez (créditos: Wikipédia) e parque ecológico nas terras alagadas de Tianjin (créditos: Home Architectural Office — HAO)



Tabela 1 — Modalidades de governança liderada pelo município.

	<p>Internas: a SbN é concebida, implantada e financiada dentro da organização municipal.</p>
	<p>Fornecimento público: uma autoridade pública ou uma agência pública fornece a SbN: ela é concebida, implantada e financiada por autoridades/agências públicas (uma ou mais).</p>
	<p>Regulação: o design e a implantação da SbN são realizados por uma organização do setor privado ou um grupo da sociedade civil, em resposta a um requisito regulatório fornecido por uma autoridade ou agência pública (em qualquer nível de governança). O financiamento da SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).</p>



Incentivados: o design e a implantação da SbN são realizados por uma organização do setor privado ou um grupo da sociedade civil, em resposta a um incentivo dado por uma autoridade ou agência pública (em qualquer nível de governança). O financiamento da SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).

Modalidades de governança em parceria para as SbN em áreas urbanas

Analisámos mais de 1 000 casos de SbN em uma centena de cidades europeias. O resultado sugere que as parcerias ou as modalidades de governança conjunta aumentaram ao longo do tempo, à medida que as cidades avançaram para além das áreas abertas tradicionais na natureza das áreas urbanas — parques e áreas de preservação — para o desenvolvimento de uma gama mais diversa de SbN, tanto em questões de terras que não pertenciam aos municípios quanto através de projetos de infraestrutura verde e azul, com diferentes agentes envolvidos ⁽¹⁷⁹⁾. Essa pesquisa mostrou que 44 % das SbN estudadas foram realizadas através de alguma modalidade de parceria. De fato, nos casos de gestão hídrica e de projetos de infraestrutura azul, a governança conjunta era exercida em mais de 50 % dos projetos pesquisados. De igual modo, nossa análise de estudos em profundidade de casos também mostra uma predominância de trabalho em parceria, embora esses tipos de parceria possam ser mais ou menos formais e comandadas por uma diversidade de agentes (Tabela 2). Por exemplo, para abordar as questões de escassez hídrica e de inundações na Cidade do México, a The Nature Conservancy (TNC), do México, criou um Fundo para a Água, em 2015, em nome das Parcerias Latino-Americanas de Fundos para a Água, junto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (IDB), do governo da Cidade do México e empresas que proporcionaram um mecanismo financeiro para canalizar os investimentos das organizações associadas em prol de projetos que possam fortalecer a segurança hídrica das áreas urbanas.

De igual modo, o Fundo para a Água, controlado pela TNC, desempenhou um papel fundamental em lidar com a crescente ocorrência de secas severas em Cape Town. Ao envolver diversas partes e facilitar a comunicação entre elas, o Fundo financiou e coordenou as intervenções das SbN para aprimorar a recarga dos lençóis freáticos através da limpeza das áreas de captação que, ao mesmo tempo, trouxe benefícios socioculturais para a comunidade local. Outro exemplo é o que ocorre no sistema de águas de Leidsch Rjan, em Utrecht, o qual foi desenvolvido através de uma parceria multinível de longo prazo que envolveu diversos setores governamentais e agentes não governamentais. Este sistema sustentável de água em circuito fechado forneceu água de superfície limpa e cristalina com benefícios para a qualidade, a biodiversidade e as atividades de lazer da vizinhança.

Tabela 2 — Modalidades de governança em parceria.



Parceria público-privada: a SbN é organizada por um grupo de autoridades público-privadas, agências e organizações que estão ligadas por uma instituição formal ou contrato (p. ex., formam um consórcio, uma parceria com validade jurídica). A SbN é concebida, implantada e financiada através desse consórcio (ou seja, não há outras organizações que trabalham em parceria com essa entidade, mas permanecem fora dela em termos formais/jurídicos).



Parceria liderada pela sociedade civil: o design, a implantação e financiamento da SbN são realizados em regime de parceria, na qual diferentes autoridades, agências, organizações e grupos contribuem para um empreendimento conjunto, mas sem a constituição de uma entidade em termos jurídicos ou institucionais. Nessa modalidade, a parceria era iniciada e liderada por uma organização ou grupo da sociedade civil (ou seja, composta de agentes da sociedade civil e operando em base sem fins lucrativos).

⁽¹⁷⁹⁾ Almassy et al., 2018.

	<p>Parceria liderada pelo setor privado: o design, a implantação e financiamento da SbN são realizados em regime de parceria, na qual diferentes autoridades, agências, organizações e grupos contribuem para um empreendimento conjunto, mas sem a constituição de uma entidade em termos jurídicos ou institucionais. Nessa modalidade, a parceria era iniciada e liderada por uma organização ou grupo do setor privado.</p>
	<p>Parceria liderada pelo setor público: o design, a implantação e financiamento da SbN são realizados em regime de parceria, na qual diferentes autoridades, agências, organizações e grupos contribuem para um empreendimento conjunto, mas sem a constituição de uma entidade em termos jurídicos ou institucionais. Nessa modalidade, a parceria era iniciada e liderada por uma autoridade, agência ou grupo do setor público (em níveis diferentes da administração pública).</p>

Modalidades de governança com entidades privadas e da sociedade civil para as SbN em áreas urbanas

Figura 48 — Área costeira de Boston (créditos: Cidade de Boston, Departamento do Meio Ambiente)



Considerando que o valor da natureza em áreas urbanas é cada vez mais reconhecido para as diferentes comunidades e *stakeholders* da cidade, um grande número de agentes busca trabalhar com a natureza para atingir suas metas, bem como para proporcionar uma base para persecução de suas responsabilidades socioambientais (Tabela 3). Essas formas de governança são consideradas menos frequentes na relação entre a gestão hídrica e os projetos de infraestrutura azul, sendo mais comuns no âmbito de prédios, ruas e da vizinhança ⁽¹⁸⁰⁾. Nossa pesquisa, no entanto, apurou que essas modalidades de governança estão ocorrendo nas cidades do mundo todo. Assim, conectar mais das capacidades das organizações privadas e da sociedade civil pode provar-se um meio importante através do qual outros agentes e iniciativas em andamento nas cidades podem beneficiar-se do vasto conhecimento local e fomentar a inclusão nas SbN, o que será vital se tivermos de evitar a possibilidade de comunidades serem excluídas das áreas da cidade que estão se beneficiando das SbN ⁽¹⁸¹⁾. Por exemplo, em Boston (EUA), a Barr Foundation, uma organização filantrópica local, oferece subsídios a diversas organizações ambientais e outras organizações comunitárias através da Waterfront Initiative, no intuito de estimular mais responsabilidade e o desenvolvimento inclusivo no entorno da área praiana de Boston (Figura 48). Em Coventry (Reino Unido), o Warwickshire Wildlife Trust — um Trust local constituído para proteção da vida selvagem e uma instituição de caridade registrada — está assumindo a recuperação de um rio em área urbana no Riacho Guphill, o que pode trazer benefícios diversos para as comunidades carentes e com reduzida presença de vida selvagem, bem como para redução do risco de inundações.

⁽¹⁸⁰⁾ Almassy *et al.* 2018.

⁽¹⁸¹⁾ Ver capítulo 8.2 nesse livro.

Tabela 3 — Modalidades de governança com entidades privadas e da sociedade civil

	<p>Habilitadoras: o design e a implantação da SbN são realizados por uma organização do setor privado ou por um grupo da sociedade civil como resposta às medidas de habilitação e de apoio — tais como o apoio com o desenvolvimento de conhecimentos sobre as SbN/ seu potencial, orientação relacionada às fontes de financiamento ou outro tipo de apoio, o fornecimento de acesso a recursos ou à terra, doação de alguns recursos — fornecidos por uma autoridade ou agência pública (em qualquer nível de governança). O financiamento das SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).</p>
	<p>Setor privado: o design e a implantação da SbN são realizados por organizações do setor privado ou por grupos da sociedade civil. O início do projeto das SbN é liderado por uma organização do setor privado e propicia as condições habilitadoras e o apoio necessários à sua implantação. O financiamento da SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).</p>
	<p>Entidade filantrópica: o design e a implantação da SbN são realizados por organizações do setor privado ou por grupos da sociedade civil. O início do projeto da SbN é liderado por uma entidade filantrópica ou por uma organização sem fins lucrativos e propicia as condições habilitadoras e o apoio necessários à sua implantação. O financiamento da SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).</p>
	<p>Comandado pela comunidade: o design e a implantação da SbN são realizados por grupos da sociedade civil. O início do projeto da SbN é comandado por um grupo da comunidade e propicia as condições habilitadoras e o apoio necessários à sua implantação. O financiamento da SbN pode ser propiciado pelos agentes iniciadores ou de outras fontes (públicas/privadas/sociedade civil).</p>

Conclusões

A governança das SbN nas cidades ocorre cada vez mais através de um conjunto diversificado e híbrido de arranjos e práticas. Essas modalidades de governança incluem as lideradas pelo município, por parcerias, bem como em abordagens privadas e da sociedade civil. As evidências sugerem que, especialmente quando se trata da gestão hídrica e de projetos de infraestrutura azul, existe uma ênfase crescente nas parcerias como um meio vital através das quais se dá a governança das SbN. Isso sugere que governos e organizações internacionais, em busca de empoderar e gerar capacitação — em nível local — para a compreensão e integração das SbN, terão de olhar para além das fronteiras municipais, gerar quadros de políticas, instrumentos e incentivos que permitam que as parcerias prosperem. Ao mesmo tempo, as evidências sugerem que há diversas modalidades de governança que podem oferecer suporte às SbN. Em especial, parece que aquelas lideradas por agentes privados e da sociedade civil ainda não desempenham um papel significativo no que tange à gestão hídrica, o que indica uma direção promissora de que as futuras iniciativas possam ser no sentido de conectar as capacidades desses agentes e seus interesses em trabalhar com a natureza em áreas urbanas para atingimento das metas de sustentabilidade.

Estudo de caso: ativos naturais em áreas urbanas para um programa na África — apresentação dos diversos benefícios oferecidos pelas SbN para desafios hídricos associados em áreas urbanas

Estima-se que África terá a taxa mais elevada de expansão urbana, com um aumento provável de 590 % na ocupação de áreas urbanas até 2030 em relação aos níveis apresentados no ano de 2000 ⁽¹⁸²⁾. Os modelos da provável expansão mostram o elevado impacto ambiental com a invasão de várias áreas com importantes ativos naturais e sensíveis. Frequentemente, os rios e as áreas litorâneas são características essenciais que direcionam a ocupação das áreas urbanas, sendo subseqüentemente degradados no processo, ao ponto de não mais oferecerem os serviços que outrora ofereciam à sociedade ⁽¹⁸³⁾. O programa de Ativos Naturais de Áreas Urbanas (UNA) para a África — implantado pela ICLEI Africa e financiado pela SwedBio — explorou oportunidades junto aos governos locais em uma série de cidades africanas ao longo de seis anos, no sentido de identificar necessidades e oportunidades para consecução de resiliência climática, através do apoio à saúde e gestão aprimoradas dos ativos naturais naquelas áreas. Nesse sentido, o programa UNA se encontra na vanguarda no sentido de aproximar a adaptação às mudanças climáticas e a redução de riscos de desastres (DRR), priorizando o planejamento com base na natureza e no desenvolvimento resiliente ao clima.

Ativos Naturais de Áreas Urbanas para a África: Rios em prol da Vida (os Rios do programa UNA) — um dos projetos que são o carro-chefe dos programas e que objetivam integrar as SbN no planejamento urbano — foi desenvolvido para criar capacitação, aprimorar os processos de planejamento e revisar políticas para integrar a natureza ao ordenamento do espaço, ao mesmo tempo em que implantar projetos com base na comunidade ao longo dos sistemas de rios em áreas urbanas, no intuito de apoiar a recuperação dos rios e promover o bem-estar humano. Um método-chave adotado nessa iniciativa são as práticas de planejamento participativo, as quais envolvem as comunidades locais, oficiais do governo, especialistas em planejamento, ambientalistas e até mesmo artistas locais. O argumento reside no fato de que, através da coordenação e engajamento desses diferentes agentes, os espaços podem ser criados para reflexão, aprendizado e para a construção conjunta e implantação de novas maneiras de lidar com os desafios urbanos. Por exemplo, em Malawi, o Rio Lilongwe foi degradado em virtude da invasão da área por um mercado informal, pela agricultura urbana e pelo despejo de resíduos ao longo do rio e dentro dele (Figura 49).

Para revitalizar o rio, o Projeto Rios do programa UNA busca criar a conscientização ambiental nas comunidades locais, utilizando-se abordagens inovadoras, tais como a colaboração com um artista local muito conhecido, solicitando a ele que componha uma canção que defenda a regeneração e proteção do rio e utilizando um método conhecido como Photovoice, o qual convida membros da comunidade local a fotografarem o meio ambiente para ilustrarem suas histórias e pontos de vista. Nesse meio tempo, o projeto também oferece treinamento em compostagem para as mulheres locais, trabalhando junto às comunidades, urbanistas e oficiais da cidade na promoção do desenvolvimento da natureza em áreas urbanas (Figura 50). A recuperação do rio no projeto Rios do programa UNA não apenas recupera o aspecto ecológico do Rio Lilongwe, mas também melhora a inclusão social, a igualdade de gêneros, a qualidade da água, a prevenção de inundações e a gestão de resíduos urbanos. O programa UNA demonstrou os diversos benefícios fornecidos pelas SbN em relação aos desafios hídricos em áreas urbanas. Mostra, ademais, que através do estabelecimento da compreensão e confiança mútuas, do aprendizado e dos esforços conjuntos de diferentes *stakeholders*, é possível gerar benefícios mútuos para a natureza e para a população das cidades.

⁽¹⁸²⁾ Seto, Generalp & Hutyrá, 2012.

⁽¹⁸³⁾ Everard and Moggridge, 2011.

Figura 49 — Descarte de resíduos, invasão de mercado e agricultura urbana nas margens do rio Lilongwe, em Malawi (créditos: ICLEI Africa)



Figura 50 — ICLEI África, membros da comunidade e reunião da Câmara Municipal de Lilongwe para discutir o caminho para o desenvolvimento da natureza em áreas urbanas (créditos: ICLEI Africa)



Referências bibliográficas

Almassy, D.; Pinter, L.; Rocha, S.; Naumann, S.; Davis, M.; Abhold, K.; Bulkeley, H. (2018). Urban Nature Atlas: A Database of Nature-Based Solutions Across 100 European Cities, NATURVATION Report. Disponível em https://naturvation.eu/sites/default/files/result/files/urban_nature_atlas_a_database_of_nature-based_solutions_across_100_european_cities.pdf. Acesso em novembro de 2019.

Arup (2018). Cities Alive: Water for People. Disponível em <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/cities-alive-water-for-people>. Acesso em novembro de 2019.

Bulkeley, H. (2019). Taking Action for Urban Nature: Effective Governance Solutions, NATURVATION Guide. Disponível em https://naturvation.eu/sites/default/files/result/files/effective_governance_solutions.pdf. Acesso em novembro de 2019.

Everard, M.L., & Moggridge, H.L. (2011). Rediscovering the value of urban rivers. *Urban Ecosystems*, 15, 293-314.

Kabisch, N.; Frantzeskaki, N.; Pauleit, S.; Naumann, S.; Davis, M.; Artmann, M.; Haase, D.; Knapp, S.; Korn, H.; Stadler, J.; Zaunberger, K. and Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2).

Mees, H. (2017). Local governments in the driving seat? A comparative analysis of public and private responsibilities for adaptation to climate change in European and North-American cities, *Journal of Environmental Policy & Planning*, 19:4, 374-390,

Raymond, C. M.; Frantzeskaki, N.; Kabisch, N.; Berry, P.; Breil, M.; Nita, M. R.; Geneletti, D. and Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15-24.

Scott, M.; Lennon, M.; Haase, D.; Kazmierczak, A.; Clabby, G.; & Beatley, T. (2016). Nature-based solutions for the contemporary city. *Planning Theory & Practice*, 17(2), 267-300.

Seto, K. C.; Güneralp, B.; and Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (40). 16083-16088.

4.3. RUMO A CIDADES REGENERATIVAS PELA «BIOINSPIRAÇÃO», UM NOVO PARADIGMA

Olivier Scheffer

Figura 51 — Expansão urbana de Los Angeles [fonte: diviantart ⁽¹⁸⁴⁾]



A mudança emergente de paradigma rumo ao *design* e o desenvolvimento regenerativo

Desde a publicação do livro *Cidades — Jardim do Amanhã*, em 1902, por Ebenezer Howard, um movimento crescente de acadêmicos e profissionais busca reconectar os homens com a natureza e aplicar um modo de pensar ecológico continuamente aprimorado aos assentamentos humanos ⁽¹⁸⁵⁾.

Dentre todas as abordagens ao *design* ecológico, a área emergente do desenvolvimento e *design* regenerativos ⁽¹⁸⁶⁾ marca um novo paradigma: «As práticas no *design* sustentável ou *ecodesign* se concentraram principalmente na minimização dos danos ao meio ambiente e à saúde humana e no uso mais eficiente dos recursos, na prática, desacelerando a degradação dos sistemas naturais da Terra. [...] As abordagens regenerativas buscam não só reverter o processo de degeneração dos sistemas naturais da Terra, mas também desenvolver sistemas humanos que possam coevoluir com tais sistemas naturais — evoluir de modo a gerar benefícios mútuos e maior expressão geral de vida e resiliência.» ⁽¹⁸⁷⁾

A abordagem regenerativa se fundamenta em quatro premissas:

1. Local e potencial: *compreensão total da dinâmica evolutiva de um local, por meio de uma avaliação completa dos sistemas (cultural, econômico, geográfico, climático e ecológico).*

2. Concentração dos objetivos na capacidade regenerativa: *ampliar a capacidade localmente integrada para oferecer suporte à evolução conjunta e contínua dos sistemas humanos e naturais.*

⁽¹⁸⁴⁾ <http://accounted.deviantart.com/art/Urban-Sprawl-191663531?q=&qo=>

⁽¹⁸⁵⁾ Para uma extensa lista de referências ver: *Regenerative Development and Design*, Pamela Mang, Bill Reed, Regenes Group, Chapter 303, Encyclopedia Sustainability Science & Technology, 2nd Edition.

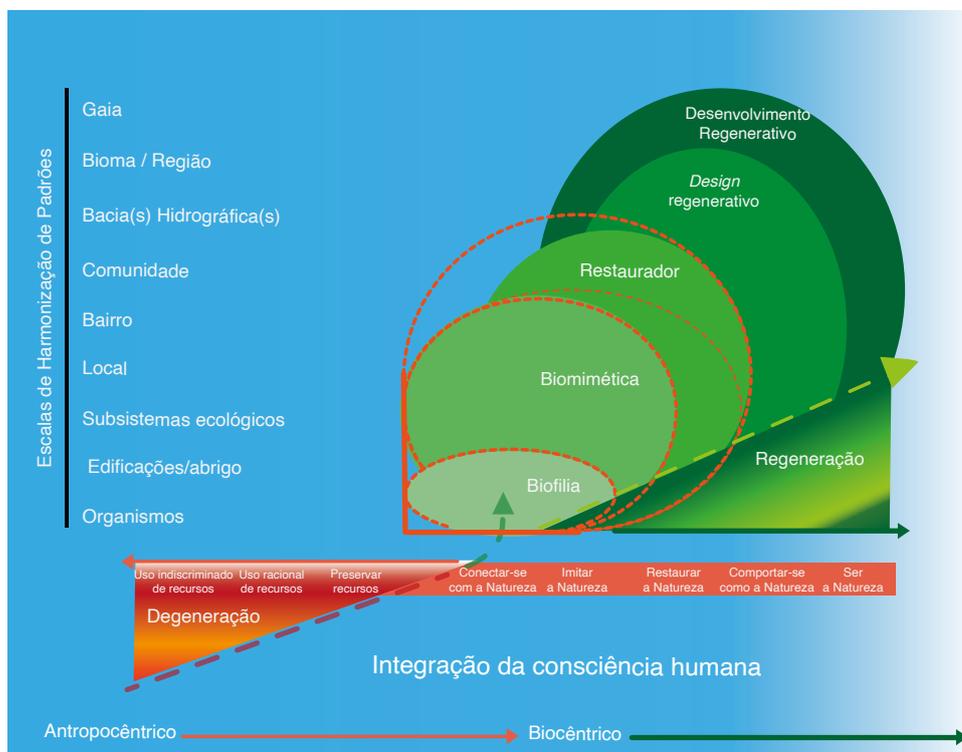
⁽¹⁸⁶⁾ Em 1994, John Tillman Lyle fundou o Center for Regenerative Design at California State Polytechnic University, Pomona, seguido pela criação em 1995 do Regenes Group.

⁽¹⁸⁷⁾ *Regenerative Development and Design*, ob. cit.

3. Parceria com o local: mudança da atitude (mindset) de «criador do sistema que controlamos» para a de um «jardineiro», harmonizando as atividades humanas com o padrão mais amplo do local.

4. Harmonização progressiva através da coevolução: aumento constante da «harmonia de padrões entre os sistemas humanos e naturais nas escalas» ⁽¹⁸⁸⁾, fornecendo processos e métodos para manter a conexão de todos os stakeholders da comunidade com o local.

Pamela Mang e Bill Reed, do Regenes Group, veem o Desenvolvimento e o *Design* Regenerativos como a abordagem mais integrada e holística ao *design* ecológico, com máximo impacto regenerativo e positivo, aprimorando o efeito e a eficácia de outras metodologias (figura abaixo), da biofilia à biomimética e ao *design* restaurativo — e, de fato, essa abordagem ganhou um importante ímpeto nos últimos 10 anos.



⁽¹⁸⁸⁾ *Regenerative Development and Design*, ob. cit.

A aplicação do *design* regenerativo e bioinspirado aos ambientes construídos

Ray Cole, em seu trabalho «New Context, New Responsibilities: Building Capability» (2010) [Para um novo contexto, novas responsabilidades: criando capacitação], via o *design* de construção como «o planejamento de capacidades do mundo construído para apoiar a coevolução positiva dos sistemas humanos e naturais», mudando do *design* de edifícios como «coisas» ou «objetos individuais» para o *design* de edifícios como entidades de capacidades de apoio dentro de um sistema maior, buscando por «oportunidades de conexões positivas e sinergias criativas com as edificações adjacentes e os sistemas naturais circundantes».

A biomimética pode ser uma ferramenta eficaz para conexão profunda com os sistemas naturais ⁽¹⁸⁹⁾. Nos EUA, a Corporação de Biomimética, de Benyus (atualmente Biomimicry 3.8) foi fundamental para ajudar a HO+K [HOK International Ltd.], empresa global de *design*, arquitetura, engenharia e planejamento, a desenvolver o processo FIT (abreviação do inglês «Fully Integrated Thinking», Pensamento Totalmente Integrado) para a inovação e o guia «Genius of Biome» [Gênio do Bioma], ajudando a integrar os «Princípios da vida» ⁽¹⁹⁰⁾ no alcance total do ciclo do *design*. «O FIT ajuda a transformar os desafios do *design* em oportunidades para soluções melhores, que possam ir além de algo que “é menos ruim” para algo que tenha um impacto positivo em diversas áreas. Os Princípios da Vida nos encorajam a considerar nossos projetos como parte de sistemas complexos e adaptáveis de um local específico. A matriz do FIT pode revelar o potencial latente do lugar, incluindo a seleção do local, os serviços ecológicos disponíveis, possíveis parceiros e oportunidades para novos segmentos», explica Taryn Mead ⁽¹⁹¹⁾.

Na Nova Zelândia, Sarah Jenkin e Maibritt Pedersen Zari têm defendido fortemente a construção regenerativa e o *design* de cidades através da regeneração dos serviços do ecossistema local, ou «Ecomimética» ⁽¹⁹²⁾. Zari afirma: «Espera-se que as edificações se transformem em colaboradores ativos dos ecossistemas e dos sistemas sociais, em vez de permanecerem indiferentes à degeneração do ecossistema». Ela desenvolveu uma metodologia ⁽¹⁹³⁾ cujo objetivo é imitar as funções e serviços ecossistêmicos do «lugar» em prol de ambientes locais regenerativos, construídos em áreas urbanas: «Empreendimentos novos (ou reformados) que utilizam o entendimento sobre os serviços do ecossistema que se tornam regenerativos, ainda que apenas parcialmente, podem atuar como filtros (purificando o ar e a água), provedores (de alimentos e água fresca) e geradores (de energia) para o resto do ambiente construído existente ao redor deles.» ⁽¹⁹⁴⁾

O International Living Future Institute (ILFI) ⁽¹⁹⁵⁾, fundado pelo arquiteto e influenciador Jason F. McLennan, constitui-se no quadro mais avançado da atualidade para o *design* de edificações regenerativas (Living Building Challenge ⁽¹⁹⁶⁾ — programa internacional de certificação de construção sustentável) e para as comunidades (Living Community Challenge ⁽¹⁹⁷⁾ — programa do ILFI para aplicação dos conceitos do Living Building em comunidades e cidades inteiras). Nos anos 90, McLennan fez a pergunta essencial: «Em vez de um Mundo que seja uma versão meramente menos ruim do que a que temos no momento, o que devemos fazer para conceber e construir infraestruturas positivas ou mesmo regenerativas?» Um estudo de caso da Ecotrust ⁽¹⁹⁸⁾ sobre o Bullitt Center, edifício em que fica a sede do ILFI, com certificação Living Building, demonstrou que ele produz benefícios diretos (ou evita impactos) para mais de dois terços dos 22 serviços do ecossistema, conforme classificação feita pelas Nações Unidas (Figura 52). A pesquisa da Ecotrust estimou ainda que o valor «oculto» criado ao longo de um ciclo de vida de mais de 250 anos do edifício para a comunidade foi de \$16 674 700,00, comparado ao custo extra de sua construção, de \$6,8 milhões.

⁽¹⁸⁹⁾ Scheffer, O., 2016.

⁽¹⁹⁰⁾ https://glbiomimicry.org/Education/Lifes_Principles_Handout_FINAL.pdf/

⁽¹⁹¹⁾ *The HOK/Guild partnership and the FIT process* (Mead, T., 2011).

⁽¹⁹²⁾ Jenkin, S., Zari, M.P., 2009.

⁽¹⁹³⁾ Zari, M. P. 2018.

⁽¹⁹⁴⁾ Zari, M. P., 2012.

⁽¹⁹⁵⁾ <https://living-future.org/>

⁽¹⁹⁶⁾ <https://living-future.org/lbc/>

⁽¹⁹⁷⁾ <https://living-future.org/>

⁽¹⁹⁸⁾ https://ecotrust.org/media/bullitt_report_7_16_14_high_res.pdf; Cowan, 2014.

Figura 52 — Bullitt Center, Perkins&Will, Seattle, Washington, USA, 2013 (crédito: Nic Lehoux — imagem de bullittcenter.org)



O projeto Lloyd Crossing: um exemplo de *design* quase regenerativo, no âmbito do bairro

O projeto Lloyd Crossing, da empresa de *design* Mithun Architects+Designers+Planners, é um exemplo com abordagem de *design* regenerativo, aplicado em um bairro ⁽¹⁹⁹⁾ (Figura 53). O perímetro do Lloyd Crossing consiste de uma área com 35 quadras, em Portland, no Oregon. O objetivo do Plano de Projeto Urbano Sustentável Lloyd Crossing 2004 era adicionar 743 000 m² de área construída e até 8 000 novos residentes em uma área com pegada ambiental menor que os 260 000 m² da área desenvolvida do plano de 2004. Na verdade, «a meta abrangente do Plano é reduzir o impacto ambiental líquido do empreendimento, conforme previsto na área do estudo, ao longo dos próximos 45 anos até um nível absoluto que se aproxime do das condições do local pré-empreendimento».

A estratégia de *design* urbano sustentável desenvolvida pela Mithun iniciou, portanto, avaliando as condições ambientais do local pré-empreendimento: «A métrica ambiental foi estimada nessa condição pré-empreendimento em relação aos *habitats* e à cobertura de árvores, precipitação e fluxos de água, alimentação de energia solar, liberação de oxigênio, absorção do dióxido de carbono e a fixação do carbono.» Em seguida, o plano do projeto identificou estratégias de recursos nas categorias de *habitat*, energia e água para regenerar o máximo possível as condições do local pré-empreendimento.

Na categoria *habitat*, o objetivo para a cobertura de árvores era dobrar até 2050, através do uso de um sistema hierárquico de ruas verdes, ruas para pedestres, valetas e espaços públicos, bem como corredores de *habitats* em menor escala, ligando o norte do desfiladeiro de Sullivan às «ilhas» de *habitats*, dentro da área do estudo. Isso adicionou um total de 2 acres de «cobertura» de floresta de coníferas, 2 acres de corredores de *habitats* e outros 50 acres de *habitat* de floresta restaurada, fora do local, para atingir a meta de 54 acres estabelecida na fase pré-empreendimento.

Na categoria energia, a meta era viver dentro do orçamento solar para o local, implementando atualizações de eficiência energética no edifício e transferência térmica entre as edificações, usando energia renovável dentro e fora do local, bem como aprimorando medidas para o trânsito do público, a carona solidária e promovendo a gestão de áreas de estacionamento, bicicletas e pedestres. O objectivo passava por uma redução de 50 %

⁽¹⁹⁹⁾ Portland Development Commission/Mithun Architects+Designers+Planners (2004), *Lloyd Crossing, Sustainable Urban Design Plan & Catalyst Project*. Disponível em <https://mithun.com/project/lloyd-crossing-sustainable-urban-design-plan/>. Acesso em 12.11.2019.

no consumo de energia, incluindo uma mudança total do *mix* energético para energias renováveis, passando o combustível fóssil de 90 % para 15 % e reduzindo em 93 % as emissões de CO₂.

Na categoria água, a meta era viver dentro das previsões anuais de chuva do local, de 240 000 m³. A meta da estratégia até 2050 é alcançar o patamar de 30 % em preservação de água através do uso de equipamentos eficientes e de 100 % do abastecimento de água não potável através da coleta e armazenamento de água da chuva e o reúso do esgoto sanitário, resultando em uma redução geral de 62 % na demanda por água, acima do que prevê o código.

Figura 53 — Lloyd Crossing, Mithun Architects, Portland, Oregon/EUA (Comitê de Desenvolvimento de Portland/ Mithun Architects+Designers+Planners (2004), Lloyd Crossing, Plano de Projeto Urbano Sustentável e Projeto Catalisador)



Conclusão: a metáfora dos jardineiros

Os fundadores da Regenesis⁽²⁰⁰⁾ veem os «problemas ambientais como sintomas de uma relação fragmentada entre as pessoas e a teia de vida da Natureza». Eles argumentam que «a questão principal é cultural e psicológica e não tecnológica» e acreditam que «tratar dessa questão exige uma transformação fundamental na maneira como os homens veem sua relação e papel em relação ao planeta — passando da visão atual de se manter separado e usando (ou protegendo) a Natureza para ver um todo coevolutivo, no qual os homens existem em relação simbiótica com as terras vivas em que habitam»⁽²⁰¹⁾.

Para se alcançar isso, como escreve Joshua Ramo no livro *The Age of the unthinkable*⁽²⁰²⁾ [A Era do Impensável], as pessoas precisam «mudar o papel que imaginam para si mesmos, de arquitetos de um sistema que podem controlar e administrar para o de jardineiros em um ecossistema vivo, em mudança. [...] Já é hora de colocarmos nossas ferramentas de arquiteto de lado e seguirmos a ordem formal de Friedrich von Hayek [Ganhador do Prêmio Nobel] de viver e pensar como jardineiros»⁽²⁰³⁾.

⁽²⁰⁰⁾ Mais tarde, Bill Reed, Joel Glanzberg, Ray Lucchesi e Nicholas Man se juntaram a Pamela Mang, Tim Murphy e Ben Haggard.

⁽²⁰¹⁾ Mang, N.S., 2009.

⁽²⁰²⁾ Ramo, J., 2009.

⁽²⁰³⁾ Von Hayek, F. (1974). *The Pretence of Knowledge*. Nobel Prize acceptance speech. Disponível em <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1974/hayek/lecture/>. Acesso em 15.11.2019.

Agradecimentos

O autor agradece a ajuda inestimável de Bruno Lhoste, Presidente da INDDIGO (www.inddigo.com), Paul Boulanger, Presidente da PIKAIA (www.pikaia.fr), e à equipe da CEEBIOS (www.ceebios.com) — Kalina Raskin, MD, Estelle Cruz, Chloé Lequette e Eduardo Blanco, na coleta de dados, na criação da base coletiva de conhecimentos e na revisão deste capítulo.

Referências bibliográficas

Cole R. (2010). New Context, new responsibilities: building capability. Unpublished paper.

Cowan; Davies; Diaz; Enelow; Halsey; Langstaff (2014). Optimizing Urban Ecosystem Services: The Bullitt Center Case Study, Ecotrust.

Jenkin, S.; Zari, M.P. (2009) Rethinking our built environments: towards a sustainable future. Ministry for the Environment — A research document, Manatu Mo Te Taiao, Wellington, NZ.

Maibritt Pedersen Zari (2012). Ecosystem services analysis for the design of regenerative built environments, Building Research & Information, 40:1, 54-64, DOI: [10.1080/09613218.2011.628547](https://doi.org/10.1080/09613218.2011.628547)

Mang, N.S. (2009). Toward a regenerative psychology of urban planning, Saybrook Graduate School and Research Center, San Francisco. Disponível em: http://www.powersofplace.com/pdfs/Toward_a_Regenerative_Psychology_of_Urban_Planning.pdf. Acesso em 13.11.2019.

Mang P.; Reed B. (2012). Regenerative Development and Design. In: Meyers R.A. (eds) Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, New York, NY. DOI <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3>

Ramo, J. (2009). Age of the unthinkable: why the new world disorder constantly surprises us and what we can do about it. Little Brown and Company, New York.

Scheffer, O. (2016). From Biomimicry to Ecomimicry: Reconnecting Cities — and ourselves — to Earth's Balances, The Nature of Cities. Disponível em <https://www.thenatureofcities.com/2016/11/30/from-biomimicry-to-ecomimicry-reconnecting-cities-and-ourselves-to-earths-balances/>. Acesso em 12.10.2019.

Zari, M.P. (2018). Regenerative Urban Design and Ecosystem Biomimicry. Routledge Research in Sustainable Urbanism.

4.4. CIDADES NEURAIAS: A NATUREZA INSPIRANDO FORMA E FUNÇÃO NAS CIDADES

Guilherme Wiedman

Mensagens principais

- Cidades neurais propõem um olhar sobre a transição para cidades sustentáveis aliando tecnologia e inovação ao aprendizado obtido pela observação das soluções criadas pela própria natureza.
- São apresentados conceito, características e indicadores, compondo um conjunto de parâmetros que permitem compreender a proposta de uma cidade que incorpora a biomimética no seu desenho e funções ao mesmo tempo em que se sustenta na produção e distribuição de conhecimento como elemento propulsor de avanço da sociedade.

Introdução

Ao observarmos, durante um sobrevoo ou em imagem de satélite, a forma que tem grande parte das nossas cidades, particularmente aquelas ainda cercadas de cobertura vegetal natural, é difícil não notar que o padrão de ocupação humana sobre o território em muito se assemelha àquele de um tecido orgânico acometido por alguma patologia. A forma em que a civilização se materializa na superfície do planeta traz muito significado e traduz de certa forma nossa relação com a natureza.

Seria divertido imaginar a forma que teriam as cidades fosse nossa relação com o planeta mais harmoniosa, respeitosa e imbuída da noção de que somos uma entre uma infinidade de espécies que habitam o planeta, nem mais, nem menos importante. A observação da natureza demonstra que outros seres vivos instalam suas colônias utilizando técnicas construtivas muitas vezes dotadas de alta sofisticação. O material de construção fabricado pelos corais, o adesivo de alto desempenho utilizado pelas cracas para se fixarem às rochas ou o polímero fabricado pelos cupins para tornar a terra extremamente dura e impermeável são apenas alguns exemplos da engenhosidade dos outros seres que habitam conosco esse mesmo lugar, nossos vizinhos. Seria válido questionar: por que nossas avançadas tecnologias não incorporam de forma mais intensiva as soluções produzidas pela natureza? O estudo da literatura apresentado por Jackson em 2003 acerca de trabalhos relacionando áreas verdes à saúde e ao bem-estar dos indivíduos indica que a arquitetura das paisagens parece ser a chave principal, na escala mais fina, para mentes e corpos sãos.

Figura 54 — Município de Itatuba, no estado do Pará, Brasil (*Fonte: Google Maps*)



Cidades neurais: definição

Cidades neurais são aquelas que utilizam o desenho de formas e processos da natureza como inspiração para o planejamento urbano e onde as condições naturais locais são determinantes para o tipo de especialização atribuída a elas no contexto regional e global. De forma análoga a uma célula-tronco que se diferencia para desenvolver funções específicas dentro do organismo, uma cidade neural teria a capacidade de se especializar de acordo com as demandas específicas e vocações apresentadas pelo local ou região e também pela necessidade do conjunto de cidades ao qual pertence. Esse conjunto regional de cidades faria parte de um conjunto maior, formado pelos sub-agrupamentos regionais, assemelhando-se às células, tecidos e órgãos do corpo humano, em crescente complexidade.

São assentamentos humanos concebidos numa lógica de mínimo impacto ao ambiente natural, aplicando para este fim todo o conhecimento e tecnologias disponíveis. Cidades neurais têm integração intrínseca e harmoniosa com o bioma em que se inserem, utilizando modelos de desenvolvimento que incorporam conceitos muito conhecidos por nós, como arquitetura bioclimática, economia circular, energias de fonte renovável, serviços ecossistêmicos, políticas públicas pautadas na promoção da saúde e do bem-estar, entre uma infinidade de conhecimentos valiosos, mas aplicados de forma muito tímida ainda no planejamento e gestão das nossas cidades.

Cidades neurais são conectadas, nos aspectos físico, ambiental, informacional e funcional e seus pontos de contato transportam, além de pessoas e mercadorias, o aprendizado coletivo, funcionando como sinapses de um neurônio, com equipamentos de uso comum às cidades que se conectam, favorecendo a interação intermunicipal. Em seu conjunto, funcionam de forma complementar, constituem um sistema formado de subsistemas ecológicos, sociais, tecnológicos, econômicos e de outras naturezas. Em seu aspecto formal e funcional, na implantação no território, se assemelham a tecidos orgânicos saudáveis, vibrantes, integrados ao organismo maior, contribuindo de forma positiva para sua preservação, devolvendo ao sistema o mesmo que consomem — são cidades regenerativas ⁽²⁰⁴⁾, em oposição aos modelos de «cidades parasitas da natureza» que temos hoje.

Figura 55 — Neurônio ⁽²⁰⁵⁾



⁽²⁰⁴⁾ Herzog, 2013.

⁽²⁰⁵⁾ Crédito: <https://worldofweirdthings.com/2019/04/01/your-brain-is-not-like-a-computer>

Características de uma cidade neural

Tratar uma cidade como elemento vivo é mais fácil nas manifestações artísticas ou na filosofia. Quando se trata de planejar uma nova cidade ou a expansão de uma cidade existente, aspectos mais práticos acabam por direcionar as ações concretas. Ainda assim, há algumas diretrizes que podem ser adotadas sem que se abandone a viabilidade técnica e econômica das soluções escolhidas.

I. A cidade como ambiente de cocriação

A sociedade pode e precisa participar das decisões que irão, de alguma forma, impactar a vida das pessoas que habitam na cidade — essa participação muitas vezes se dá por iniciativa da mobilização de grupos, em ações «de baixo para cima». Ambientes de cocriação, com suporte da administração municipal, mas geridos pelos setores organizados da população têm papel fundamental na criação, implementação e manutenção de políticas públicas bem-sucedidas. Associações de bairro, setores privados, universidades e governos, quando organizados em torno de um desafio e mobilizados com a utilização de metodologias apropriadas, são uma poderosa combinação para criação e prototipagem de soluções inovadoras para as cidades ⁽²⁰⁶⁾.

II. Monetização de serviços ecossistêmicos viabilizando a transição para a sustentabilidade

Parece absurdo imaginar que os efeitos benéficos à saúde proporcionados pela mera proximidade de uma área verde não sejam considerados no planejamento urbano, apesar da vasta literatura sobre o assunto ⁽²⁰⁷⁾. Desde tempos antigos, estudiosos reconhecem a importância do desenho e planejamento de paisagens como elementos terapêuticos para a população ⁽²⁰⁸⁾. Uma publicação da Comissão Real do Reino Unido concluiu que o acesso a espaços verdes de qualidade representa uma estratégia efetiva e ampla de promoção da saúde, bem-estar e qualidade de vida. Hoje, há evidências suficientemente fortes para garantir o reconhecimento dos benefícios de espaços verdes à saúde ⁽²⁰⁹⁾. Ademais, não faltam evidências científicas que permitam avaliar em quanto tempo um novo parque se pagaria em custos evitados no sistema público de saúde. Segundo a Comissão Lancet sobre poluição e saúde ⁽²¹⁰⁾, a poluição causa mais mortes prematuras no mundo do que AIDS, tuberculose e malária combinadas e 15 vezes mais do que todas as guerras e outras formas de violência. Estima-se que doenças causadas pela poluição mataram prematuramente 9 milhões de pessoas em 2015, 16 % do total mundial. Podemos citar a questão da qualidade do ar como exemplo em um caso concreto. Em 2013, o então Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil apoiou o desenvolvimento de um ônibus para transporte urbano 100 % elétrico, o «e-bus». Esse veículo, que roda ainda hoje na cidade de Florianópolis, foi desenvolvido em uma parceria entre instituições de pesquisa e indústria, chegando ao mercado a um custo de aproximadamente duas vezes o valor de um ônibus a diesel. Se fossem contabilizados os efeitos ambientais benéficos sobre a qualidade do ar e o consequente fator de redução de internações por doenças respiratórias na rede pública de saúde, será que ele seria realmente mais caro do que o modelo convencional?

III. A natureza como aliada

A cada dia, fica mais indefensável a construção de infraestruturas urbanas «cinza» em casos em que se encontrem alternativas viáveis no portfólio de SbN. O plantio de árvores, por exemplo, parece uma solução simples, mas contribui significativamente para a redução da poluição nas cidades ⁽²¹¹⁾. Um estudo da Universidade de Lancaster ⁽²¹²⁾ concluiu que árvores, arbustos e grama, bem como paredes verdes, instalados em «cânions urbanos» (corredores de concreto e vidro) podem reduzir a concentração dos níveis de dióxido de nitrogênio e material particulado microscópico, duas das piores formas de poluição nas cidades, em 40 e 60 % respectivamente, oito vezes mais do que se acreditava. Existem, obviamente, outros fatores e interesses

⁽²⁰⁶⁾ P. ex., Puerari *et al.*, 2018.

⁽²⁰⁷⁾ P. ex., Amicone *et al.*, 2018.

⁽²⁰⁸⁾ Ward Thompson, 2010.

⁽²⁰⁹⁾ Royal Commission on Environmental Pollution, 2007, p. 47.

⁽²¹⁰⁾ Landrigan *et al.*, 2017.

⁽²¹¹⁾ Nowak *et al.*, 2013.

⁽²¹²⁾ Pugh *et al.*, 2012.

que acabam por influenciar a aprovação de determinadas obras, mas estamos tratando de cidades neurais, tendências futuras e de objetividade na superação dos desafios urbanos contemporâneos. Retificação de córregos, rodoviarismo e a aplicação de recursos públicos em soluções comprovadamente obsoletas tendem a se tornar eventos cada vez mais raros. O excesso de superfícies impermeáveis e a canalização de córregos, por exemplo, além de se constituírem em diretrizes urbanísticas de qualidade questionável, têm um custo elevado para a cidade, pois aumentam a incidência de enchentes, que, por sua vez, implicam em prejuízos palpáveis para a administração municipal. E tudo isso sem mencionar os impactos na saúde pública. O mesmo se aplica aos materiais e técnicas construtivas: existe uma infinidade de materiais sustentáveis disponíveis no mercado e que podem, com vantagens, substituir os convencionais. Materiais como bambu e biopolímeros, bem como técnicas e tecnologias que reduzem e reaproveitam os resíduos da construção civil, estão prontos para ganhar escala bastando, muitas vezes, um pequeno incentivo que acaba por se pagar no médio e longo prazo. Os impactos indiretos das decisões que levam ao distanciamento e desconexão da natureza precisam ser contabilizados.

IV. A cidade como espaço de todos

Deixar de considerar as desigualdades no planejamento e gestão da cidade é um erro grave. Carros blindados, segurança privada e circuitos fechados de TV não vão resolver o problema. Uma solução mais inteligente, e provavelmente mais barata, é investir para reduzir as desigualdades sociais. Por exemplo, é inconcebível continuar convivendo com uma estatística que demonstra que, dependendo do bairro em que uma pessoa tenha a sorte ou o azar de nascer, na cidade de São Paulo, exista uma diferença de cerca de 20 anos na expectativa de vida ⁽²¹³⁾! Existem caminhos possíveis para garantir acesso universal à educação de qualidade, saúde e saneamento básico a toda a população. Sempre que surge uma voz justificando que seriam inviáveis os custos de implementação de medidas desse tipo, surge igual número de opositores apresentando dados e estudos que comprovam o contrário. Cidades neurais são inclusivas, inteligentes e sustentáveis, territórios que permitem comprovar com facilidade que os custos envolvidos na universalização dos serviços de tratamento de esgoto, por exemplo, empregadas as tecnologias e modelos de negócio apropriados, são inequivocamente viáveis.

V. Desenho urbano harmonizado e integrado à paisagem

O avanço do espaço construído sobre o ambiente natural (ou não-urbano) deve considerar todas as dinâmicas presentes naquele local, incluindo-se aí os aspectos morfológicos, da biodiversidade, dos recursos naturais, da capacidade de recarga de aquíferos, entre um conjunto de parâmetros a serem considerados. Em adição, há alguns elementos do planejamento territorial que podem ser comuns a todas as cidades, da mesma forma que se tem o cuidado de implantar uma casa adequadamente no terreno levando-se em conta as características do local. Algumas delas incluem, mas não se limitam às seguintes:

Zonas de amortecimento entre o limite urbano e áreas de interesse para preservação. Essas áreas podem ser constituídas de parques, agroflorestas ou de pequenas propriedades rurais para produção orgânica de alimentos, particularmente em regiões próximas a nascentes.

Reservatórios de água limpa: toda cidade deve armazenar água da chuva e de reúso integral do tratamento de esgotos ⁽²¹⁴⁾ de forma a poupar ao máximo as fontes naturais desse recurso. Esses reservatórios não devem ser infraestruturas cinza e sim construções de uso múltiplo, seja para lazer ou para irrigação, incorporando canais para distribuição. Considerando que há indicações preliminares de benefícios à saúde e bem-estar da população gerados pela proximidade a corpos d'água ⁽²¹⁵⁾, esse quesito tem adicional importância.

Geração zero de resíduos: trata-se de meta desafiadora, mas perfeitamente possível sob o aspecto técnico, particularmente na hipótese de as cidades atuarem de forma complementar e sistêmica no processamento e reutilização desses materiais.

⁽²¹³⁾ Mapa da desigualdade 2019, Rede Nossa São Paulo.

⁽²¹⁴⁾ Ver capítulos 3.3 e 3.4 nesse livro.

⁽²¹⁵⁾ Ver capítulo 7.1 nesse livro.

Desenho policêntrico favorecendo deslocamentos reduzidos e oportunidades de trabalho e moradia digna de forma homogênea na cidade, sempre permitindo que a cobertura vegetal se encontre entremeadada no ambiente construído, combatendo o fenômeno das ilhas de calor urbanas e contribuindo para a permeabilidade do solo e a qualidade do ambiente construído.

Deslocamento favorecendo o transporte coletivo e de zero emissão. Trata-se de ajustar adequadamente o planejamento e a construção de vias de transporte de forma a desestimular o uso de veículos automotores individuais. A adoção universal de veículos elétricos se aproxima da viabilidade técnica e econômica, bastando-se enfrentar de forma sistemática alguns grupos de interesse.

Geração otimizada e distribuída de energia elétrica a partir de fontes renováveis. Priorizar urgentemente a adoção generalizada de tecnologias de geração fotovoltaica, solar térmica, eólica e de biogás, entre outras. Cidades costeiras ou próximas a regiões vulcânicas possuem alternativas adicionais. A cidade deve aproveitar ao máximo todo seu potencial de geração de energia de forma a depender minimamente de fontes externas ou se tornar autossuficientes quando possível. Cidades próximas podem funcionar como um sistema interligado de geração, compensando diferenças de potencial.

Distribuição do conhecimento como determinante do desenho urbano sistêmico, holístico e integrado. Para além dos serviços públicos básicos, a cidade deve ser pensada para transporte de informação, com redes lógicas subterrâneas de alta capacidade, bibliotecas, locais de ensino e equipamentos de inovação urbana distribuídos no território favorecendo o contato e a inclusão dos cidadãos e também a comunicação entre cidades vizinhas por meio de infraestruturas de conexão e interação física e digital. As cidades devem estabelecer canais de influência e diálogo que operem como sinapses entre células.

Indicadores para cidades neurais

Naturalmente, os parâmetros a serem considerados em uma cidade neural exigiriam um conjunto robusto de indicadores simples e compostos que refletissem as interações complexas entre os sistemas que compõem uma cidade. Ainda assim, é possível estabelecer três grandes categorias que seriam capazes de conter, se não todos, a maior parte dos indicadores necessários:

I. Conhecimento coletivo

Uma cidade neural funciona e prospera com base no conhecimento acumulado de seus habitantes e do acesso facilitado ao conhecimento da sociedade como um todo. Essa categoria de indicadores avalia em que medida a cidade cria instâncias de facilitação de acesso ao conhecimento e mecanismos de compartilhamento desse conhecimento, e seu respectivo arcabouço legal, em benefício da cidade. Jovens e cidadãos aposentados, por exemplo, constituem ativos pouco explorados pelas comunidades de forma geral, pois oferecem a energia e o conhecimento acumulados necessários para qualificação, proposição e apoio à implantação de políticas públicas. *Urban living labs* ⁽²¹⁶⁾ são um recurso conhecido e bastante eficaz de canalizar o conhecimento acumulado da população para superação dos desafios da cidade por meio da cocriação e da prototipagem.

II. Natureza

A importância atribuída ao convívio respeitoso e harmonioso com a natureza nos processos de tomada de decisão irá determinar em grande parte a forma que a cidade terá e a qualidade de vida que irá oferecer aos seus cidadãos, incluídos aí os cobenefícios tangíveis e intangíveis. Tzoulas e colegas (2007) concluíram que os serviços ecossistêmicos oriundos de infraestruturas verdes oferecem ambientes saudáveis e benefícios físicos e psicológicos àqueles que ali residem; como consequência, ambientes saudáveis contribuem para melhores condições socioeconômicas das comunidades. Inserir os passivos ambientais, emissões, impactos à biodiversidade e preservação e uso racional dos recursos naturais na resolução de problemas da cidade leva

⁽²¹⁶⁾ Ver os capítulos da seção 5 nesse livro.

naturalmente à adoção de tecnologias mais sustentáveis nas áreas de habitação, mobilidade, saneamento ambiental, energia e nos demais setores.

III. Inclusão

Uma sociedade evoluída não tolera a desigualdade. Logicamente, algum nível de desigualdade sempre existe, até mesmo nas sociedades mais igualitárias de hoje. Porém, é (ou deveria ser) a missão essencial de uma administração municipal garantir que os serviços públicos tenham o mínimo de qualidade e que sejam distribuídos de forma homogênea no território e entre os estratos sociais. Pareceria a repetição de um mantra de defensores de uma realidade utópica, não fosse uma realidade alcançável no curto prazo. A desigualdade tem um custo que é pago por todos, sem distinção de classe social, e opera em uma estrutura lógica perversa que atribui, no limite, valores diferenciados às vidas dos cidadãos, dependendo de onde habitam, o que é inaceitável. Portanto, a distribuição homogênea no território de serviços públicos e oportunidades é um dos pilares fundamentais de uma cidade neural.

Conclusão

Cidades neurais não existem, são uma visão possível e desejável para reverter a tendência das cidades infecciosas e convertê-las em cidades simbióticas na relação com o ambiente natural. São um caminho que se propõe neste capítulo, uma direção a seguir, como muitos outros olhares e abordagens possíveis. No entanto, tem pressupostos que são baseados em evidências e na noção de que o conhecimento deve ser empregado a favor de todos e como instrumento de transformação e evolução de uma sociedade.

Políticas públicas que incorporem o conceito de cidades neurais tendem a atuar como aceleradoras da transição para cidades mais sustentáveis, saudáveis, felizes, inclusivas, resilientes, inovadoras e inteligentes. O conhecimento como vetor de mudança e de conscientização do papel de cada ator, sejam organizações da sociedade civil, tomadores de decisão ou setor privado, oferece uma dinâmica alternativa de vida e prosperidade nas cidades que é extremamente vantajosa em relação ao que se tem hoje. A transição não requer tecnologias extravagantes do futuro nem tampouco uma sociedade ideal e benevolente, mas somente o ajuste gradual de protocolos de interação com o outro e com o meio, com impactos positivos que serão sentidos pelos agentes iniciadores e, principalmente, pelas próximas gerações.

Referências bibliográficas

Amicone, G.; Petruccelli, I.; De Dominicis, S.; Gherardini, A.; Costantino, V.; Perucchini, P. and Bonaiuto M. (2018). Green Breaks: The Restorative Effect of the School Environment's Green Areas on Children's Cognitive Performance. *Front. Psychol.* 9:1579. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01579.

Herzog, C. P. (2013). *Cidades para Todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. Mauad X, Rio de Janeiro.

Jackson L. E. (2003). The relationship of urban design to human health condition. *Landscape and Urban Planning* 64: 191-200.

Landrigan P. J. *et al.* (2017). The Lancet Commission on pollution and health. The Lancet Commissions. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)

Nowak, D. J.; Hirabayashi, S.; Bodine, A.; Hoehn, R. (2013). Modeled PM_{2.5} removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution* 178: 395-402.

Puerari, E.; De Koning, J. I. J. C.; Von Wirth, T.; Karré, P. M.; Mulder, IJ; Loorbach, D. A. (2018). Co-Creation Dynamics in Urban Living Labs. *Sustainability*, 10, 1893.

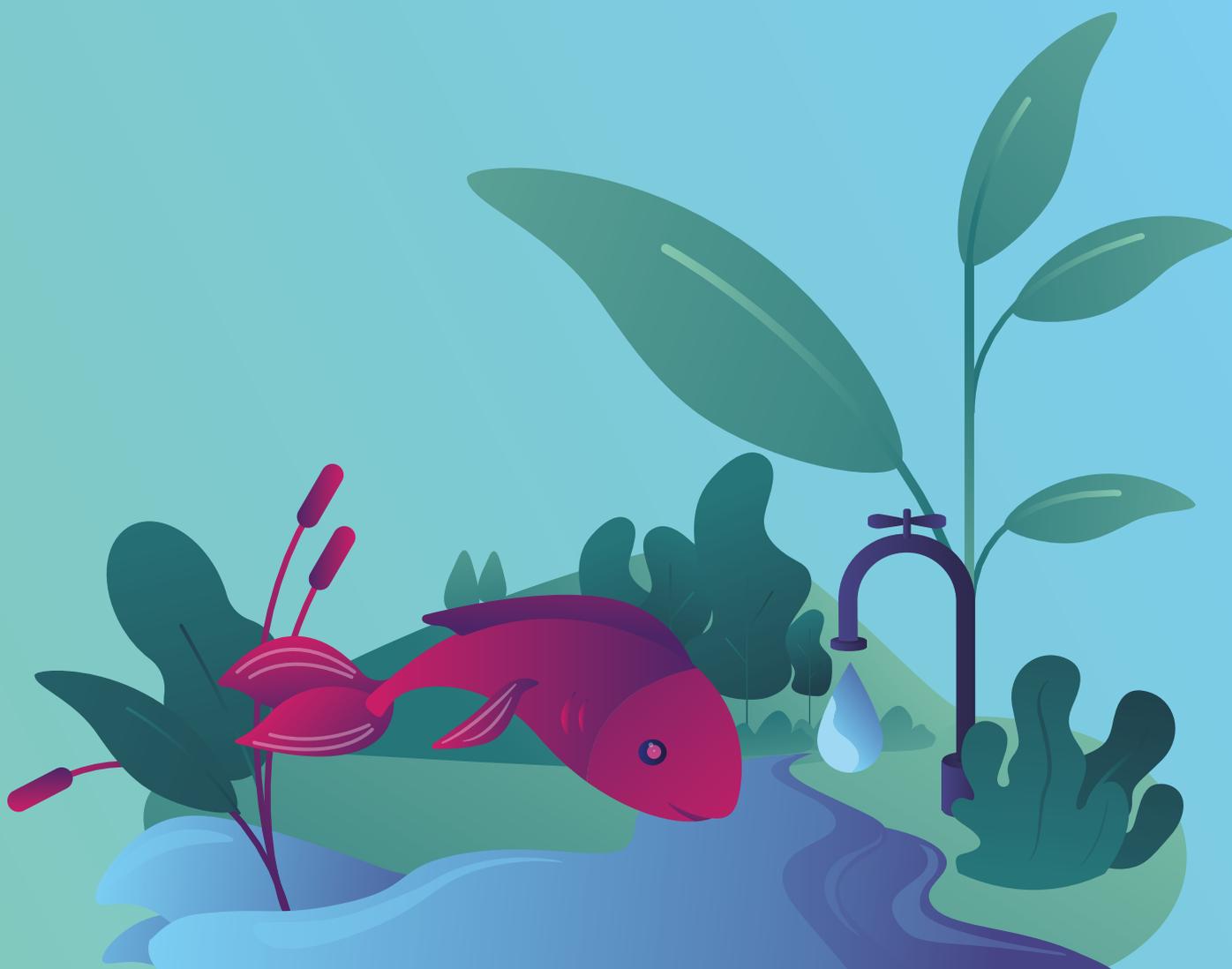
Pugh, T. A. M.; MacKenzie, A. R.; Whyatt, J. D.; Hewitt, C. N. (2012). Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environmental Science & Technology*. 120628105341008 DOI: 10.1021/es300826w.

Royal Commission on Environmental Pollution (2007). *The Urban Environment*, Royal Commission on Environmental Pollution Twenty-Sixth Report, apresentado ao Parlamento em março 2007. Londres.

Tzoulas, K. *et al.* (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning* 81: 167–178.

Ward, Thompson C. (2010). Linking landscape and health: The recurring theme. *Landscape Urban Plan.* doi:10.1016/j.landurbplan.2010.10.006.

Laboratórios de Inovação Urbana: o Papel do Engajamento Social



5. LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO URBANA: O PAPEL DO ENGAJAMENTO SOCIAL

5.1. LABORATÓRIOS DE INOVAÇÃO URBANA

Daniel Chang

Mensagens principais

- Laboratórios de Inovação Urbana são espaços neutros de cocriação do conhecimento que funcionam como *hub* de pessoas de diferentes setores e formações, líderes da experimentação urbana na cidade, interagindo para o desenho, prototipagem e implementação de soluções para desafios urbanos.
- Numa proposta de Cidade Sustentável Baseada no Conhecimento, Laboratórios de Inovação Urbana são direcionadores de implementação aliando governança, inovação e sustentabilidade para acelerar processos de transformação urbana sustentável de cidades.
- A experiência do município de Florianópolis mostra como é possível conceber um Laboratório de Inovação Urbana para desenvolver projetos voltados para a cocriação de soluções para cidades sustentáveis.

Introdução

Laboratórios de Inovação Urbana são um instrumento para acelerar processos de transformação urbana sustentável. Podem ser definidos como:

«espaços neutros de cocriação do conhecimento que funcionam como *hub* (ambientes para conexão) de pessoas de diferentes setores e formações, líderes da experimentação urbana na cidade, interagindo para o desenho, prototipagem e implementação de soluções para desafios urbanos.» ⁽²¹⁷⁾

Soluções que promovam benefícios para o dia-a-dia nas cidades podem sair do papel e ser testadas com mais rapidez e eficiência caso encontrem ambientes favoráveis para sua implementação. Cidades no Brasil começam a testar formas de estimular a inovação para criar soluções para os problemas urbanos que se tornam mais complexos e interdependentes. Gestão de resíduos sólidos e mobilidade urbana são apenas dois exemplos no país que evidenciam a enorme dificuldade de municípios para lidar com questões que exigem alto nível de gerenciamento integrado.

Um laboratório de inovação urbana pode ser entendido como o espaço em que novas formas de governança urbana emergem para que sejam testadas e desenvolvidas novas tecnologias, produtos, serviços e modos de vida para produzir soluções inovadoras para os desafios das mudanças climáticas, resiliência e sustentabilidade urbana ⁽²¹⁸⁾.

Um laboratório de inovação urbana compartilha elementos de modelos de inovação aberta — genericamente chamados de *living labs* —, porém se diferencia como abordagem experimental organizada aplicada ao contexto urbano. Podemos observar as seguintes características dos laboratórios urbanos ⁽²¹⁹⁾:

- Exploram futuros alternativos numa abordagem coletiva sem fixar ideias ou soluções preconcebidas;
- Proveem oportunidades para uma diversidade de atores participarem e influenciarem processos e atividades;

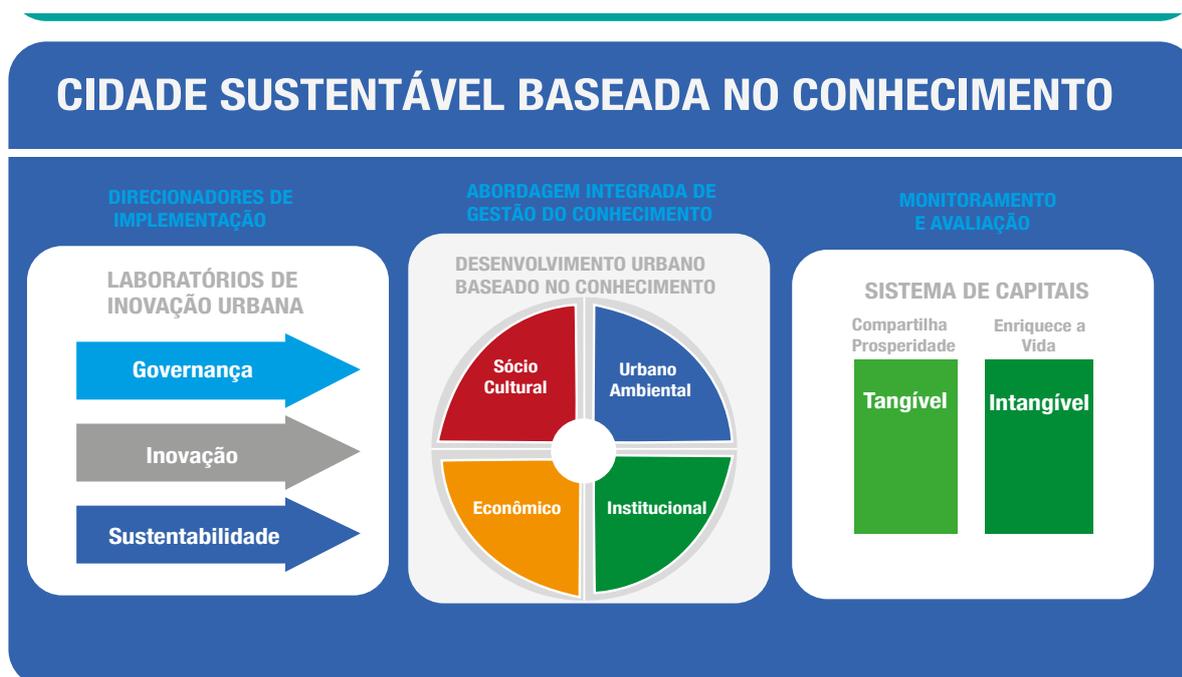
⁽²¹⁷⁾ Chang *et al.*, 2018, p. 10.

⁽²¹⁸⁾ Voytenko *et al.*, 2016.

⁽²¹⁹⁾ Scholl *et al.*, 2017.

- São nichos híbridos posicionados na fronteira entre a administração local e a sociedade;
- Possuem liderança transparente e estrutura organizacional desenhada para objetivos específicos e condições locais;
- Carregam experimentos limitados temporalmente com a ambição de criar relacionamentos de longo prazo;
- Miram maximizar a aprendizagem de múltiplos atores a partir dos experimentos do laboratório;
- Cocriam valores públicos, distribuídos equitativamente e de modo transparente;
- Disseminam e ancoram lições de experimentos por meio de estruturas de governança urbana.
- Um laboratório de inovação urbana faz muito sentido quando inserido num contexto aplicado de cidades sustentáveis. Numa proposta de Cidade Sustentável Baseada no Conhecimento (Figura 59), laboratórios de inovação urbana são direcionadores de implementação, aliando governança, inovação e sustentabilidade para acelerar processos de transformação urbana sustentável de cidades ⁽²²⁰⁾.

Figura 56 — Estrutura conceitual de cidade sustentável baseada no conhecimento (fonte: Chang, D.L., 2018, p. 116)



Governança: novos arranjos institucionais que promovam governança urbana efetiva são essenciais para que qualquer política aplicada ao território tenha efetividade. Modelos que facilitem o diálogo e a construção conjunta entre governo, academia, sociedade civil e empresas são altamente desejáveis para criar capacidade institucional capaz de sustentar a governança almejada ⁽²²¹⁾.

Inovação: a aproximação entre os *habitats* de inovação e seus atores com as questões urbanas que são tradicionalmente atribuídas ao setor público também se faz necessária para acelerar a transformação urbana sustentável. A dinâmica dos ambientes de inovação e sua capacidade de cocriar conhecimento para gerar novos

⁽²²⁰⁾ Chang et al., 2018.

⁽²²¹⁾ Ver capítulo 4.2 nesse livro.

modelos de negócio quando direcionada para solucionar lacunas e carências na administração pública permite o desenvolvimento de serviços e produtos que muito dificilmente o setor público sozinho teria condições de produzir na mesma velocidade e custo.

Sustentabilidade: novas soluções devem procurar tornar a cidade mais sustentável; é um direcionador não apenas ético e moral em relação ao compromisso com gerações futuras, mas com o próprio nível presente de resiliência da cidade. Neste direcionador se encaixa perfeitamente a ideia de SbN. Podemos entender as SbN como soluções vivas, inspiradas e apoiadas pela natureza, que fornecem benefícios ambientais, sociais e econômicos e ajudam a construir resiliência. Tais soluções trazem mais natureza para as cidades, paisagens terrestres e marinhas, por meio de intervenções sistêmicas, locais e eficientes em recursos ⁽²²²⁾.

Laboratórios de Inovação Urbana podem potencialmente ter um impacto ainda maior quando integrados ao planejamento e gestão e ao monitoramento e avaliação da cidade. Nesse sentido, o **Desenvolvimento Urbano Baseado no Conhecimento**, enquanto abordagem integrada de gestão do conhecimento, representa o novo paradigma de desenvolvimento da era do conhecimento que almeja trazer prosperidade econômica, sustentabilidade ambiental, um justo ordenamento socioespacial e boa governança para cidades ⁽²²³⁾.

Figura 57 — Estrutura de desenvolvimento urbano baseado no conhecimento (fonte: Yigitcanlar e Lönnqvist, 2013)



⁽²²²⁾ European Comission, 2016, *apud* Faivre *et al.*, 2017, p. 510.

⁽²²³⁾ Yigitcanlar, 2011, p. 354.

Para um monitoramento e avaliação que consiga capturar as diversas dimensões de valor para além da dimensão estritamente econômica tradicionalmente mensurada em forma de PIB, se faz necessário um **Sistema de Capitais**, abrangente o suficiente e com uma linguagem capaz de articular e medir a multidimensionalidade da experiência baseada no conhecimento ⁽²²⁴⁾. Numa Cidade Sustentável Baseada no Conhecimento, indicadores de sustentabilidade precisam de algum modo se relacionar aos objetivos e metas da cidade, despertando interesse, responsabilização e mobilização, com o aprimoramento contínuo de um processo permanente de monitoramento e avaliação, tornando vivo e dinâmico o processo do fazer a cidade sustentável ⁽²²⁵⁾.

A urgência do momento em que vivemos exige rápidas adaptações às mudanças climáticas, sendo especialmente necessária nas cidades, as quais concentram a população, o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa, o conhecimento. Como, então, inovar e propor ações concretas para transformar a realidade de nossas cidades?

Desafios urbanos: uma resposta para acelerar a transformação urbana sustentável

Laboratórios de Inovação Urbana podem ser direcionados para prover soluções que contribuam para o atingimento de **Desafios Urbanos** estabelecidos como missões: objetivos e metas concretos para a cidade atingir num período determinado. Ao mobilizarem estrategicamente sua maior riqueza — o conhecimento —, as cidades podem estabelecer missões capazes de conectar grandes objetivos a projetos aplicados, trazendo coerência, engajamento e direção para as aspirações da cidade: a essência de um Desafio Urbano é organizar o conhecimento para a implementação de ações e o desenvolvimento de soluções que contribuam para a mudança do estado da cidade em determinado problema ⁽²²⁶⁾.

Podemos entender **Transformação Urbana Sustentável** como processos de transformação estruturais — mudanças radicais e multidimensionais — que podem efetivamente direcionar o desenvolvimento urbano para objetivos ambiciosos de sustentabilidade ⁽²²⁷⁾.

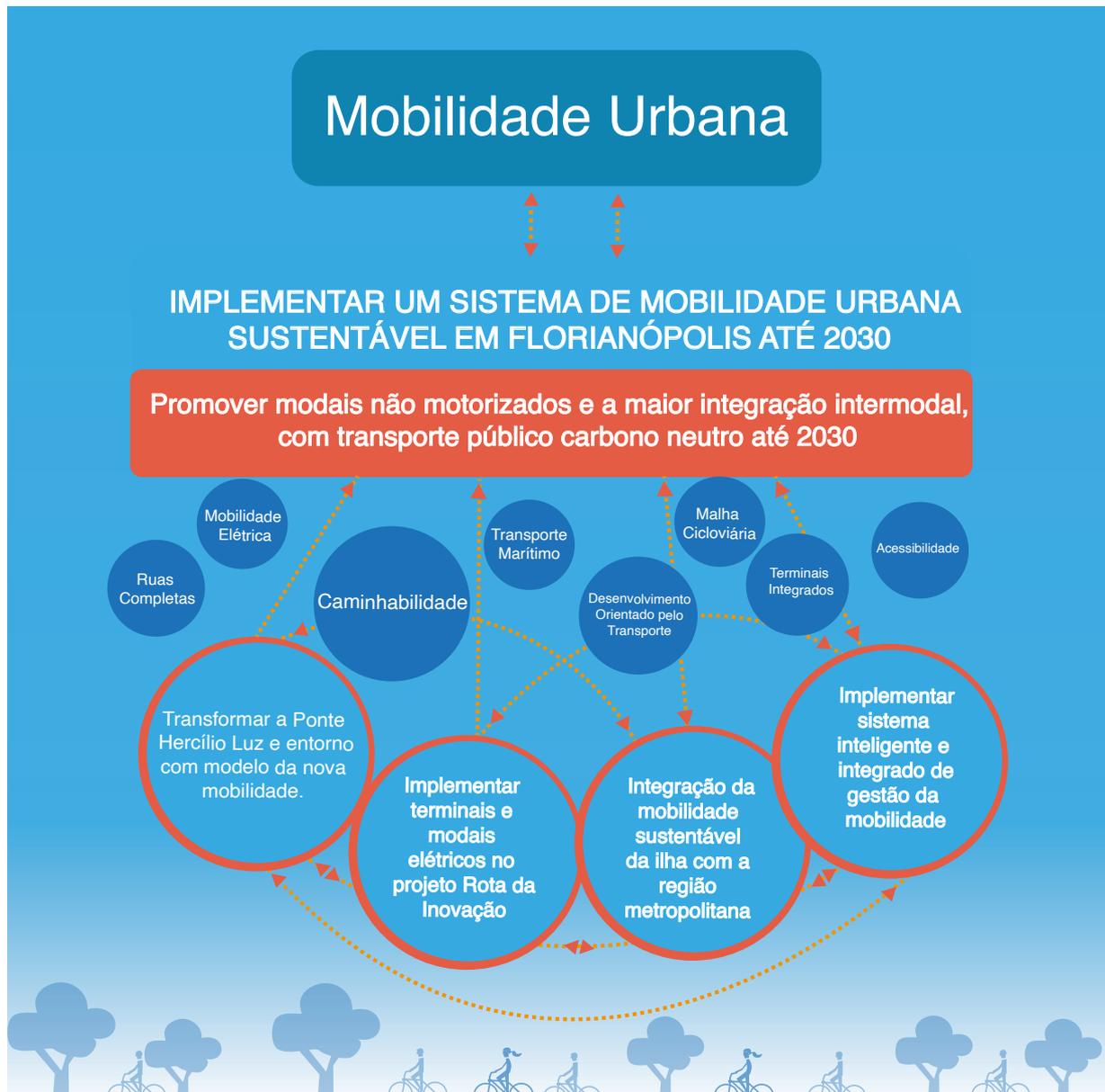
⁽²²⁴⁾ Carrillo, 2014, p. 411.

⁽²²⁵⁾ Chang et al., 2018, p. 114.

⁽²²⁶⁾ Chang et al., 2018, p. 121.

⁽²²⁷⁾ McCormick, 2013, p. 1.

Figura 58 — Exemplo hipotético de desafio urbano para Florianópolis (fonte: Chang, 2018, com base em Mazzucato, 2018)



O conceito de cidade sustentável pode abarcar múltiplas dimensões, tais como melhorar a qualidade e a proteção ambiental e a equidade social e o bem-estar ao longo do tempo, e a oferta de uma boa qualidade de vida aos cidadãos promovendo um *habitat* saudável e resiliente sem exceder sua capacidade de recarga natural. A definição presente no Estatuto da Cidade prevê aos brasileiros a «garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações» ⁽²²⁸⁾.

⁽²²⁸⁾ BRASIL, 2001, Inciso I, art. 2.º da Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001.

Exemplos de iniciativas em cidades brasileiras

A Prefeitura de Belo Horizonte criou em 2019 o Programa Agroflorestas Urbanas, voltado para a implantação de Sistemas Agroflorestais em áreas verdes degradadas e presença de populações em situação de vulnerabilidade social. O Programa é promovido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e pela Secretaria de Assistência Social, Segurança Alimentar e Cidadania. O projeto promove a participação de comunidades e a produção agroecológica de alimentos, atuando na recuperação e conservação de áreas verdes degradadas de forma participativa e produtiva. É uma iniciativa com múltiplos impactos: (a) ambiental, com o aumento da biodiversidade urbana, proteção de mananciais e matas ciliares e recuperação de Áreas de Preservação Permanente degradadas; (b) social, com a promoção da segurança alimentar e nutricional de populações locais; (c) econômico, com a geração de emprego e renda para agricultores urbanos envolvidos na produção de alimentos agroecológicos ⁽²²⁹⁾.

Em Salvador, a prefeitura municipal lançou em 2018 o Edital Cidade Sustentável. A iniciativa faz parte do Programa Salvador 360, que lançou anteriormente as chamadas Cidades Inteligentes, com objetivo de tornar os serviços na capital baiana mais tecnológicos, inovadores e eficientes, e Cidades Resilientes, que visam promover a resiliência urbana na cidade. O Edital Cidade Sustentável apoia com R\$ 150 mil durante 12 meses o desenvolvimento de produtos ou serviços sustentáveis nas áreas de construções sustentáveis, urbanismo integrado, saneamento ambiental, monitoramento e licenciamento ambiental, energias renováveis e mobilidade urbana ⁽²³⁰⁾.

Living Lab Florianópolis

A experiência do município de Florianópolis mostra como é possível conceber um laboratório de inovação urbana para desenvolver projetos voltados para a cocriação de soluções para cidades sustentáveis. O Living Lab Florianópolis é uma iniciativa da Rede de Inovação da Prefeitura Municipal de Florianópolis, em parceria com a ACATE — Associação Catarinense de Tecnologia, e a ACIF — Associação Comercial e Industrial de Florianópolis, que visa desenvolver projetos inovadores que contribuam para solucionar problemas da cidade e incentive o envolvimento dos atores e a cultura de inovação aberta. A metodologia do programa foi desenvolvida pela VIA — Estação Conhecimento, grupo de pesquisa da UFSC. Foi lançado edital para interessados em demonstrar e aplicar suas soluções na cidade em que das 27 propostas recebidas foram selecionadas 10 finalistas, que apresentaram um planejamento de teste e validação de suas soluções para o primeiro ciclo do programa (seis meses). Entre as soluções selecionadas estão a Mobilis, com solução de mobilidade elétrica testada pela Guarda Municipal de Florianópolis, e a ManejeBem, que conecta agricultores familiares e técnicos, oferecendo inteligência de gestão para tomada de decisão e melhoria da produção de alimentos (FLORIANÓPOLIS, 2019).

Figura 59 — Living Lab Florianópolis (crédito: Leonardo Sousa)



⁽²²⁹⁾ Belo Horizonte, 2019.

⁽²³⁰⁾ Salvador, 2018.

Referências bibliográficas

Belo Horizonte. Programa de Agroflorestas Urbanas. Prefeitura de Belo Horizonte, MG, 2019. Disponível em <https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/agroflorestas-urbanas>. Acesso em 9.12.2019.

Brasil. Lei n.º 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, julho 2001.

Carrillo, F. J. (2014). What 'knowledge-based' stands for? A position paper. *International Journal of Knowledge-Based Development*, v. 5, n. 4, p. 402-421.

Chang, D. L.; CSBC (2018). Uma estratégia para promover cidades sustentáveis/Daniel Lage Chang; orientador, Paulo Mauricio Selig, coorientadora, Clarissa Stefani Teixeira, 2018. 169 p. Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis.

Chang, D. L. *et al.* (2018). Knowledge-based, smart, and sustainable cities: a provocation for a conceptual framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, v. 4, n. 1, p. 5.

Chang, D. L.; Furnaletti, T.R. (2018). Cidades sustentáveis e a inovação social. *In: DEPINÉ, A.; TEIXEIRA, C. S. (Orgs.). Habitats de inovação: conceito e prática.* São Paulo: Perse.

European Commission (2016). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of The Regions Next Steps for a Sustainable European future — European Action for Sustainability. COM/2016/0739.

Florianópolis (2019). Rede de Inovação Florianópolis. Florianópolis, SC. Disponível em <https://redeinovacao.floripa.br/living-lab/>. Acesso em 9.12.2019.

Mazzucato, Mariana (2018). Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union: A problem-solving approach to fuel innovation-led growth. European Commission.

Mccormick, Kes *et al.* (2013). Advancing sustainable urban transformation. *Journal of Cleaner Production*, v. 50, p. 1-11.

Salvador (2018). Edital Cidade Sustentável. Prefeitura de Salvador, BA. Disponível em <https://sustentarqui.com.br/edital-cidade-sustentavel-salvador/>. Acesso em 9.12.2019.

Scholl, C. *et al.* (2017). Guidelines for Urban Labs. URB@Exp project 2014-2017, JPI Urban Europe.

Voytenko, Y. *et al.* (2016). Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: Towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, v. 123, p. 45-54.

Yigitcanlar, Tan. (2011). Position paper: redefining knowledge-based urban development. *International Journal of Knowledge-Based Development*, v. 2, n. 4, p. 340-356.

Yigitcanlar, Tan; Lönnqvist, Antti (2013). Benchmarking knowledge-based urban development performance: Results from the international comparison of Helsinki. *Cities*, v. 31, p. 357-369.

5.2. LABORATÓRIOS VIVOS URBANOS: EXPERIÊNCIAS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA COMUNIDADE EUROPEIA

Marcus Collier e Stuart Connop

Mensagens principais

- A maior parte das inovações ocorre nas cidades. As cidades trazem muitas oportunidades de desenvolvimento e de estudos de caso, tornando-se laboratórios de vida para orientar a transição e estimular mais inovações.
- As SbN promovem a natureza como uma forma de «tecnologia» de transição, exemplificando os tipos de inovações que podem ajudar as cidades no enfrentamento das questões relacionadas ao clima, como as inundações, por exemplo.
- Neste trabalho, estamos usando um exemplo do Reino Unido, onde um processo de concriação com *stakeholders* diversos em um laboratório de vida pode ser usado como modelo para a transição com as SbN.

Introdução

As cidades são lugares globais de inovação e, quando se trata de SbN, as cidades e suas vizinhanças contêm diversos exemplos em funcionamento ou laboratórios de vida sobre como as SbN podem ser executadas e proporcionar melhorias eficientes e mensuráveis, além de respostas à pressão das mudanças climáticas. Este capítulo ilustrará a questão, usando o estudo de caso do Derbyshire Pocket Park, em Londres, Reino Unido. Trata-se de um espaço que foi concriado durante um processo iterativo com vários *stakeholders*. O termo Concriação vem do mundo dos negócios, significando que os clientes trabalham junto a inovadores, não somente para dar *feedback*, mas também para solucionar problemas e sugerir caminhos para o sucesso. Neste caso, o processo de concriação buscou usar SbN para solucionar problemas climáticos e estimular oportunidades de benefícios adicionais (ou benefícios conjuntos). De fato, extrair tais benefícios conjuntos das SbN foi o princípio orientador como uma resposta à diversidade de problemas ambientais, ecológicos e sociais e como uma maneira de facilitar a transição.

As SbN podem ser definidas como «ações que são inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza. Muitas SbN resultam em diversos benefícios conjuntos para a saúde, a economia, a sociedade e o meio ambiente e, assim, podem representar soluções mais eficientes e econômicas do que abordagens mais tradicionais» ⁽²³¹⁾. Há algum tempo, sabe-se que as cidades e as áreas urbanas podem ter um tremendo efeito negativo sobre a biodiversidade (seja na cidade ou nas terras que forneceram alimentos e energia para a cidade) ⁽²³²⁾. Mais recentemente, houve um grande reconhecimento de que os ecossistemas com biodiversidade, incluindo as cidades, podem fornecer e até aumentar os serviços do ecossistema ⁽²³³⁾ — que sabemos que são necessários para o elevado nível de qualidade de vida e a criação de ambientes sustentáveis e resilientes. Além disso, estudos começam a explorar e a revelar o resultado da influência recíproca entre a biodiversidade, os serviços do ecossistema e a infraestrutura verde das áreas urbanas, atinentes às redes de capital social, do bem-estar percebido e real, saúde física e psicológica, produtiva, o sustento igualitário e democrático. Portanto, as SbN surgiram como o principal guia de políticas na transição ativa das cidades, uma vez que podem ser usadas para criar espaços multifuncionais e para realizar objetivos múltiplos e simultâneos. Este capítulo examinará o exemplo de uma SbN, tendo como cenário um laboratório de vida urbana. Além disso, discutiremos algumas das experiências de aprendizado que surgiram a partir do processo de concriação que foi usado para implementar a solução.

Os desafios relacionados às Soluções Baseadas na Natureza

A maioria das cidades vê as infraestruturas azuis e verdes como necessárias para o armazenamento do excesso de água, o resfriamento das áreas circundantes, a preservação da biodiversidade ou para oferecer espaços para

⁽²³¹⁾ Comissão Europeia, 2015.

⁽²³²⁾ Elmquist *et al.*, 2015.

⁽²³³⁾ Ver capítulo 2.3 nesse livro.

recreação e melhorar o bem-estar. Outras veem as infraestruturas azuis e verdes como as áreas florestadas e árvores de rua, os telhados e paredes verdes, os jardins de chuva e as oportunidades para reduzir os efeitos das ilhas de calor urbana, o aumento da biodiversidade, eliminando o carbono e reduzindo os efeitos prejudiciais da poluição sonora e de substâncias particuladas. Independentemente da tipologia da infraestrutura, azul ou verde, os desafios para criar, administrar e inovar são elevados. Com frequência, urbanistas e gestores da cidade foram criticados pelo «pensamento compartimentado»: departamentalização e compartimentalização de tarefas ao ponto de haver pouco espaço para intercomunicação ou interfertilização de ideias e soluções ⁽²³⁴⁾. Isso pode levar à perda de oportunidades em termos de multifuncionalidade, bem como a limitações de oportunidades de financiamento. A despeito da complexidade das disciplinas necessárias para concordar quanto a uma abordagem com base na natureza que satisfaça diversas necessidades e objetivos, algumas cidades ou áreas dentro dessas cidades desenvolveram SbN que são modelos em termos de pensamento intercompartimentalizado, caracterizando-se pela presença de processos de concriação para se chegar em tais soluções. Para lidar com a pressão contínua na criação de uma cidade, existe uma necessidade urgente de se conectar esse conhecimento ⁽²³⁵⁾. Em 2015, a Comissão Europeia (CE) estabeleceu quatro objetivos da agenda de inovação para futuras SbN e para a renaturalização das cidades: melhorar a urbanização sustentável; restaurar ecossistemas degradados; desenvolver a adaptação e mitigação das mudanças climáticas; e aprimorar a gestão de riscos e a resiliência. Esses quatro objetivos podem ser realizados dentro de sete ações de inovação com base na natureza: regeneração urbana; aprimoramento do bem-estar; criação da resiliência litorânea; gestão das bacias hídricas e restauração do ecossistema; uso sustentável de materiais e de energia; aprimoramento dos valores de seguro dos ecossistemas; e o sequestro de carbono. Atualmente, as SbN que foram implantadas têm potencial para serem dimensionadas para a cidade inteira e transferidas como **modelos** de laboratório de vida para outras cidades do mundo. A ideia de um laboratório de vida pode parecer estranha, mas as cidades estão continuamente testando novas abordagens e ideias como inovações abertas para lidar com problemas urbanos como as mudanças climáticas e a coesão social. Com frequência, os pesquisadores que se envolvem com as cidades tentam extrair lições sobre sua eficácia a partir desses experimentos não estruturados, em vez de integrá-los desde o início. Os laboratórios de vida, como são chamados às vezes, baseiam-se na concriação, experimentação e avaliação continuadas e frequentemente se concentram em um lugar específico como um rio ou um parque. Os modelos de laboratório de vida têm, ainda, o potencial para conectar as cidades com seu interior para lidar com desafios interligados de maneira compartilhada. Um modelo desse tipo é o Derbyshire Pocket Park, no Reino Unido.

⁽²³⁴⁾ Collier *et al.*, 2013.

⁽²³⁵⁾ Frantzeskaki e Kabisch, 2016.

Figura 60 — Derbyshire Street Pocket Park (Miniparque), na região leste de Londres, Reino Unido (crédito: Stuart Connop)



Estudo de caso

Derbyshire Street Pocket Park (Miniparque), Reino Unido

O Derbyshire Street Pocket Park é um excelente modelo para ilustrarmos a implantação de uma solução de pequena escala baseada na natureza num ambiente urbano, dentro de uma situação de laboratório de vida. O miniparque foi desenvolvido em Bethnal Green, uma área densamente povoada do bairro Tower Hamlets, em Londres/Reino Unido. Antes do empreendimento, a rua era um exemplo clássico de uma infraestrutura cinza mal projetada e subutilizada. Era uma rua sem saída, ou seja, não havia tráfego de veículos, embora a frase em inglês equivalha igualmente a dizer que se trata de algo «em baixas condições socioambientais». Na verdade, era predominantemente utilizada como estacionamento de veículos, com abundantes questões de negligência, descarte ilegal de lixo e comportamentos antissociais. Eles, então, adotaram a abordagem de SbN para converter esse espaço subutilizado e percebido negativamente em um espaço que trouxesse benefícios ambientais, econômicos e sociais para as comunidades locais. O miniparque foi desenvolvido pelos arquitetos paisagistas da Greysmith Associates, mas uma colaboração entre a University of East London, o Sustainability Research Institute (SRI) e a Administração de Tower Hamlets criou a fundação da abordagem à SbN aplicada ao espaço.

Um dos principais fatores limitantes aqui era que o espaço foi construído sobre um sistema de esgoto do século XIX. O principal sistema coletor de águas pluviais de Londres flui para uma rede de esgoto combinada que, certamente, não é adequada para a finalidade atual. Sob as pressões combinadas do crescimento populacional e da ocorrência de chuvas cada vez mais intensas devido às mudanças climáticas, a rede combinada de esgoto ficava regularmente sobrecarregada. Similarmente ao que se passa nas cidades onde eventos desse tipo ocorrem, isso levou a graves impactos ambientais e à saúde, especialmente em relação às inundações localizadas nas áreas em que a rede coletora de águas pluviais ficava sobrecarregada, bem como os casos de poluição da água quando o sistema combinado de esgoto excedia a capacidade e era forçado a liberar o esgoto nos canais por toda a Londres. Então, a cidade de Londres propôs o planejamento de um «Túnel com canal de água corrente» para mitigar essas ocorrências. Porém, eles reconheceram também que havia necessidade de uma gestão mais sustentável das águas pluviais para adaptar o sistema coletor de águas pluviais às mudanças climáticas futuras.

Ao abrigo do projeto ⁽²³⁶⁾ [TURAS](#) ⁽²³⁷⁾ do Sétimo Programa-Quadro (7PQ) da Comunidade Europeia, os pesquisadores do SRI trabalharam com o departamento de Estradas da Administração do bairro Tower Hamlets, em um processo de concriação. O resultado dessa colaboração foi um plano diretor para Sistemas de Drenagem Sustentáveis (SUDS) ⁽²³⁸⁾, que trouxe soluções para a gestão das águas pluviais do bairro, adequadas para áreas urbanas densamente povoadas. Nesse processo de *design* conjunto, eles reconheceram que a reforma da infraestrutura da gestão das águas pluviais poderia ser usada como um mecanismo para proporcionar benefícios mais amplos. Como tal, eles priorizaram uma abordagem às SbN fundamentada no contexto local para os SuDS ⁽²³⁹⁾, dentro da orientação e um processo de concriação que se seguiu. Essa abordagem incluiu a atenção às superfícies sem calçamento, usando-se pavimentação permeável, jardins de chuva, áreas de armazenamento gramadas, fossos de árvores, telhados verdes e tanques para proporcionar atenuação e infiltração das águas pluviais, melhoria da qualidade da água, aprimoramento da biodiversidade e benefícios socioeconômicos através dos princípios verdes para o *design* de infraestruturas verdes. Incluiu, ainda, um foco sobre os princípios de *design* ⁽²⁴⁰⁾ «*ecomimicry*» para assegurar que o *design* fosse sustentável para a biodiversidade típica e importante do local. O que começou como um desejo de lidar com o que estava acontecendo sob o solo transformou-se rapidamente em um processo para reabilitar a natureza acima do solo e facilitar uma transição dentro da comunidade rumo à conscientização e comportamentos mais sustentáveis.

Figura 61 — Exemplos da orientação para SuDS com foco em SbN para o bairro de Tower Hamlets, em Londres (créditos: Green Roof Shelters)



⁽²³⁶⁾ O Programa do Quadro (FP) 7 é o antecessor do programa Horizon 2020, o principal mecanismo de financiamento para pesquisas, demonstração e inovação da União Europeia.

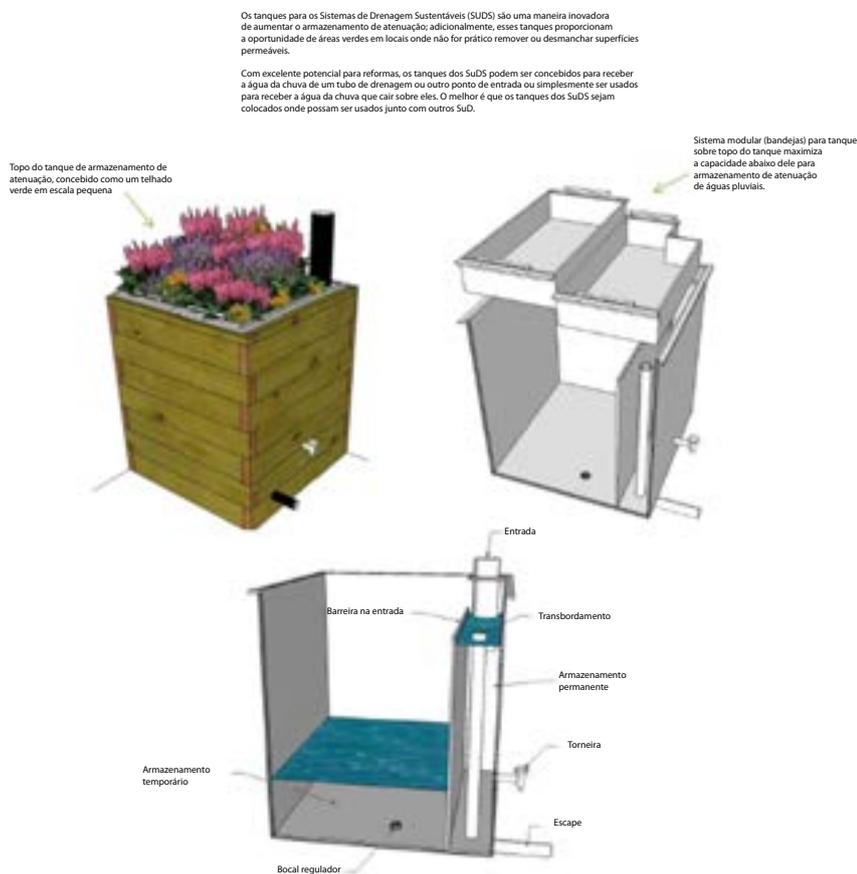
⁽²³⁷⁾ Collier, M. J. *et al.*, 2013.

⁽²³⁸⁾ Bastock, J. *et al.*, 2014.

⁽²³⁹⁾ Ver capítulo 3.2 neste livro.

⁽²⁴⁰⁾ Nash *et al.*, 2019.

Figura 62 — Exemplos da orientação para SuDS com foco em SbN para o bairro de Tower Hamlets, em Londres (créditos: Thames Water)



Assim, para apresentar a abordagem de planejamento urbano, ficou decidido que um laboratório de vida para o *miniparque* seria concriado com as organizações comunitárias locais, arquitetos paisagistas, uma companhia de água e a empresa local que cuidará das SbN. Esse empreendimento seria um parque que incorporaria os componentes tão necessários dos Sistemas de Drenagem Sustentáveis (SuDS), combinados a uma abordagem holística das SbN aos princípios de *design* conjunto com forte ênfase nos benefícios ambientais, sociais e econômicos. A intenção era que o miniparque resultante fosse usado como modelo por todo o bairro para demonstrar aos empreendedores imobiliários e outros *stakeholders* de que maneira as recomendações dos SuDS poderiam ser implantadas em áreas urbanas densamente povoadas, como as SbN podem trazer benefícios conjuntos e, assim, tornarem-se um catalisador para ampliação para outras comunidades londrinas. Dessa maneira, a partir de inícios modestos, o miniparque teve uma influência muito grande sobre o bairro e seus moradores. Essa influência se estendeu para além do bairro, por toda Londres e em âmbito nacional e internacionalmente com a conquista de prêmios de *design* e a combinação da apresentação de uma boa prática.

No processo de concriação, o Derbyshire Street foi identificado para essa demonstração, assegurando-se financiamento conjunto de entidades locais e regionais para entregar o projeto de *design*. A abordagem de coprodução do *design* foi adotada, incluindo os arquitetos urbanistas da Greysmith Associated, a Administração Municipal de Tower Hamlets, a Thames Water Ltd, a empresa Greenroof Shelters e *stakeholders* locais — reunidos no Oxford House Community Centre (uma organização que administra eventos e aulas comunitárias, oferecendo espaço de escritório a preços acessíveis para organizações e entidades sociais e de caridade, envolvidas com as artes, a comunidade e o patrimônio locais). O premiado Derbyshire Street Pocket Park ⁽²⁴¹⁾ agora é modelo de abordagem da SbN ao *placemaking* e um patrimônio para a comunidade local.

⁽²⁴¹⁾ Mais informações sobre o estudo de caso: https://www.susdrain.org/case-studies/case_studies/derbyshire_street_pocket_park_london.html. Acesso em 1.9.2020.

Figura 63 — Placa luminosa no Derbyshire Street Pocket Park explicando o *design* da SbN do espaço para os moradores (créditos: Stuart Connop)



Soluções

O projeto finalizado é um exemplo perfeito de uma SbN que oferece uma ampla gama de benefícios conjuntos voltados para as necessidades do local e da comunidade específicos e, em especial:

Benefícios ecológicos: numerosos *habitats* foram criados na forma de telhados verdes de pequena escala sobre abrigos de bicicletas e tampas de latas de lixo, jardins de chuva e tanques suspensos. O plantio foi todo desenvolvido para ter valor para a biodiversidade local, especialmente para os polinizadores. Foram criados espaços para ninhos de pássaros e estruturas para alojamento isolado de abelhas e vespas. Também criaram nichos usando cascalhos e pedras nos gabiões, como parte dos abrigos para bicicletas e bancos públicos.

Figura 64 — O jardim de chuva, ecologicamente correto para os polinizadores, a pavimentação permeável e os tanques de armazenamento de atenuação, com ervas plantadas que os moradores podem colher no Derbyshire Street Pocket Park (créditos: Stuart Connop)



Benefícios ambientais: a combinação da vegetação fornecida e a remoção das superfícies duras favorece temperaturas mais baixas no espaço. Diversas formas de vegetação reduziram o ruído ambiental e, com a retirada dos veículos, agora o espaço é mais aberto e tem melhor qualidade de ar. O parque em si foi desenvolvido para gerenciar as águas pluviais, interceptar a água da chuva, retê-la e impedir que flua rapidamente para o sistema de escoamento pluvial. Essas medidas têm um efeito muito positivo na redução de inundações localizadas e na redução da pressão sobre o sistema de esgoto combinado. Além disso, o uso de vegetação e de superfícies permeáveis para oferecer essa solução irá levar a um aprimoramento na qualidade da água e na recarga do lençol freático.

Benefícios sociais: o espaço oferece oportunidades reais de deslocamento, com uma melhor rota de caminhada e conexão com a rede local de ciclovias, incluindo espaço para prender e deixar as bicicletas. A estrutura foi criada como um espaço com benfeitorias adicionais, onde agora são realizados eventos locais. A intensificação da direção e da posse do local pode ajudar a reduzir comportamentos antissociais e a tornar a comunidade local mais coesa. Sobre os tanques foram plantadas ervas comestíveis para que os moradores locais cultivem e colham seu próprio alimento. O processo de criação e *design* conjunto serviram de instrumento para encorajar a capacitação da comunidade e para criar oportunidades para a participação em outros projetos na área, aumentando assim as redes de capital social.

Figura 65 — Abrigos de bicicletas ligados a uma ciclovia, que oferecem oportunidades ativas de deslocamento, mas também conferem oportunidades para suprir pássaros e insetos com alimentos, ninhos e refúgio (crédito: Stuart Connop)



Benefícios econômicos: desde a implantação dessa SbN, houve um crescimento notável nos negócios locais que estão associados ao espaço. Houve uma redução no custo do tratamento do descarte ilegal, pois essa ocorrência reduziu no espaço. Em uma escala mais ampla, o miniparque contribui para a redução das despesas causadas com a inundação provocada pelas águas pluviais que entram no sistema de esgoto combinado. Isso em termos de custos tanto diretos (redução do volume e taxa de águas pluviais) quanto indiretos (relacionados à atuação do parque como catalisador para promover o lançamento de tais SuDS. Ainda é cedo para julgar se a abordagem da SbN servirá como instrumento na questão dos preços das propriedades ou de sua valorização por conta das benfeitorias ecológicas, mas sempre será uma possibilidade ⁽²⁴²⁾.

Assim como acontece com todos os laboratórios de vida, muito do trabalho foi feito com base em tentativas e erros ou no aprendizado prático. Eventualmente, porém, surgiu um processo de concriação que foi bem-sucedido, sustentável e dimensionável. Este projeto foi altamente localizado e culturalmente específico para o Reino Unido. Muitas das soluções, contudo, podem ser facilmente aplicadas a qualquer cidade ou bairro de cidade do mundo. As características notáveis deste estudo de caso, que podem ser, dessa forma, aplicadas a qualquer comunidade, em qualquer cidade, incluem: o uso de um processo de concriação democrático; a inclusão continuada de diversos *stakeholders*; a comunicação clara e franca e o engajamento durante e após o processo; uma abordagem liderada pela cidade ao desenvolvimento de diretrizes para as SbN, seguida de uma demonstração para atuar como um catalisador para a expansão horizontal; mensurar e avaliar sucessos e falhas e trabalhar junto com a natureza — não contra ela — para permitir a transição urbana.

Referências bibliográficas

- Bastock, J.; Whitfield, P.; Clough, J. and Connop, S. (2014). SUDS Guidance: London Borough of Tower Hamlets, Borough of Tower Hamlets [online]. Disponível em <http://www.towerhamlets.gov.uk/Documents/Environmental-protection/Monitoring/LBTH-SuDS-Guidance-up-to-date.pdf>. Acesso em 30.10.2019.
- Collier, M. J.; Nedović-Budić, Z.; Aerts, J.; Connop, S.; Foley, D.; Foley, K.; Newport, D.; McQuaid, S.; Slaev, A. and Verburg, P. (2013) Transitioning to resilience and sustainability in urban communities. *Cities*, 32, pp. S21-S28.
- Connop, S., Vandergert, P., Eisenberg, B., Collier, M. J., Nash, C., Clough, J. and Newport, D. (2016). Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. *Environmental Science & Policy*, 62, pp. 99-111.
- Crowe, P. R., Foley, K. and Collier, M. J. Ibid. Operationalizing urban resilience through a framework for adaptive co-management and design: five experiments in urban planning practice and policy. pp. 112-119.
- EC (European Commission) (2015). Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on 'Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities'. Luxembourg: Directorate-General for Research and Innovation.
- Elmqvist, T.; Zipperer, W. C. and Güneralp, B. (2015). Biodiversity Decline. in Seto, K. C., Solecki, W. D. and Griffith, C. A., (eds.) *The Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change*.
- Frantzeskaki, N. and Kabisch, N. (2016). Designing a knowledge co-production operating space for urban environmental governance — lessons from Rotterdam, Netherlands and Berlin, Germany. *Environmental Science & Policy*, 62, pp. 90-98.

⁽²⁴²⁾ Rigolon e Németh, 2019.

Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Collier, M. J., Kendal, D., Bulkeley, H., Dumitru, A., Walsh, C., Noble, K., van Wyk, E., Ordóñez, C., Oke, C. and Pintér, L. (2019). Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making. *BioScience*, 69(6), pp. 455-466.

Nash, C.; Ciupala, M. A.; Gedge, D.; Lindsay, R. and Connop, S. (2019). An ecomimicry design approach for extensive green roofs. *Journal of Living Architecture*, 6(1), pp. 62-81.

Rigolon, A. and Németh, J. (2019). Green gentrification or 'just green enough': do park location, size and function affect whether a place gentrifies or not? *Urban Studies*, 0(0).

Vandergert, P., Collier, M., Kampelmann, S. and Newport, D. (2015). Blending adaptive governance and institutional theory to explore urban resilience and sustainability strategies in the Rome metropolitan area, Italy. *International Journal of Urban Sustainable Development*, pp. 1-18.

5.3. LABORÁTORIOS DE INOVAÇÃO SOCIAL — UM CASO PRÁTICO NA BAIJA DE GUANABARA

Andreas Ufer

Mensagens principais

- Processos lineares, baseados em planejamento, comando e controle, não conseguem dar conta dos problemas socioambientais complexos que marcam a atualidade.
- Nas últimas duas décadas, os *Labs* de Inovação Social surgem como alternativa para criar soluções emergentes de modo a gerar mudanças em sistemas complexos através da identificação de pontos de acupuntura.
- Os *Labs* têm alto potencial para desenvolver SbN para endereçar problemas socioambientais em ambientes urbanos, como mostra o «Oásis Lab Baía de Guanabara».

Introdução

Vivemos em uma época de mudanças aceleradas, marcada pela interdependência e complexidade das dinâmicas sociais, econômicas e ambientais. O crescimento exponencial da população, produção e consumo ao longo do século XX e início do século XXI, além da implementação, em poucas décadas, de uma rede global de informação, nos leva a um contexto de inúmeras oportunidades e limites sistêmicos para a sustentação dos padrões vigentes. Fica cada vez mais evidente que a manutenção e regeneração dos ecossistemas naturais e a equalização de oportunidades e extensão do bem-estar para englobar uma parcela maior da população mundial são essenciais para manter o equilíbrio civilizatório.

«O sistema atual produz resultados que ninguém quer. Abaixo da superfície que chamamos de paisagem da patologia social, há uma estrutura que suporta os padrões existentes [...]. Na sociedade moderna, os setores governamentais, empresariais e não governamentais desenvolvem suas próprias formas de se coordenar e se auto-organizar. Uma estrutura é um padrão de relações. Se queremos transformar a forma como a sociedade responde aos desafios, precisamos entender as estruturas mais profundas que nós coletivamente alimentamos.» ⁽²⁴³⁾

Neste contexto complexo marcado pela interconexão, as soluções lineares, baseadas em planejamento, comando e controle, com resultados projetados previsíveis, mostram seu esgotamento. Cada vez mais são necessários processos de ativação da inteligência coletiva, baseados na cooperação entre atores de diversos setores, pela inovação e experimentação.

«Desafios sociais complexos são emergentes porque suas propriedades surgem da interação de muitas partes. Imagine a diferença entre arremessar uma pedra e arremessar um pássaro. A pedra irá seguir um caminho previsível, ou seja, pode ser predita com alta precisão antecipadamente. Já o caminho do pássaro, é emergente, ou seja, sua trajetória não pode ser prevista com antecedência.» ⁽²⁴⁴⁾

Assim, para endereçar questões sistêmicas, que exigem soluções inerentemente emergentes, surgiram nas últimas duas décadas os *Labs* de Inovação Social, ou *Labs*. Estes são processos de exploração, cocriação e implementação de soluções para problemas sociais e ambientais de alta complexidade, envolvendo inúmeros atores de diversos setores, geralmente representando o governo, a sociedade civil organizada e empresas, cujo resultado não é previsível antes de sua realização, dependendo assim da interação entre as organizações e indivíduos que participam da jornada. Desta forma, o principal fator de sucesso de um *Lab* é a articulação e o alinhamento dos atores com maior potencial de criar soluções inovadoras para as questões que se pretende resolver.

⁽²⁴³⁾ Scharmer, 2013.

⁽²⁴⁴⁾ Hassan, 2014.

«Labs são lugares surpreendentes. Pense a respeito. Nós investimos dinheiro, tempo e um esforço humano não usual em projetos cujos resultados são fundamentalmente incertos, na esperança de aprendermos algo que não poderíamos ter imaginado.»⁽²⁴⁵⁾

Os *Labs* de Inovação parecem ser um caminho como poucos outros para alavancar soluções para questões socioambientais em ambientes urbanos.

O Lab Guanabara

Um caso que ilustra bem a aplicação de *Labs* de Inovação Social para solução de problemas socioambientais complexos, envolvendo um território com um mosaico de paisagens urbanas, rurais e de áreas naturais, é o «Oásis Lab Baía de Guanabara». Com seu primeiro ciclo realizado em 2019, o *Lab* foi desenhado e executado pelo Sense-Lab, organização focada em estratégia e inovação socioambiental, através de sua equipe composta pelo autor deste artigo em conjunto com Yurik Ostroski e Maria Carolina Balro, em parceria com a Fundação Grupo Boticário, da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade do RJ (SEAS).

O Lab Guanabara foi um processo de inovação em formato de oficinas e outras interações que buscou engajar uma ampla gama de organizações para o desenvolvimento de iniciativas de cooperação — novas ou já existentes — para fortalecer a segurança hídrica e a resiliência costeira marinha da região da Baía de Guanabara por meio de Infraestrutura Natural e SbN. Olhando para o contexto e desafios da região hidrográfica da baía de Guanabara, suas sub-bacias e área costeira marinha, o *Lab* visou alavancar a inovação e redes amplas de colaboração para o desenvolvimento de projetos integrados com potencial de gerar mudanças sistêmicas.

Base conceitual e formato

O coração do «Lab Guanabara» teve sua base conceitual ancorada na Teoria U⁽²⁴⁶⁾, partindo do pressuposto de que, para realmente criarmos mudanças sistêmicas, precisamos partir de um olhar mais coletivo e do envolvimento de diversos atores-chave. Um grupo criteriosamente selecionado de atores de diversos setores, se bem conduzido através de um processo de aprendizado conjunto, troca, cooperação, desenvolvimento e teste de novos modelos e soluções, tem o potencial de gerar mudanças em pontos críticos de acupuntura de um sistema, de forma a alterar de forma significativa o seu funcionamento.

O desenho abaixo ilustra os momentos principais deste processo e como eles se relacionam com o formato do *Lab*.



O processo do U é uma forma de criar soluções emergentes através de um fluxo de desconstrução e aprofundamento do conhecimento da realidade, representado pelo lado esquerdo do U (momentos 1 a 3) e a posterior construção de soluções que emergem a partir do coletivo no lado direito do U (momentos 3 a 5).

«O Processo-U é um processo indireto — um desvio — no sentido de ser um caminho para destravar uma situação problemática e mover adiante, pausando-se e dando um passo atrás. É um processo criativo onde

⁽²⁴⁵⁾ Tiesinga, 2014.

⁽²⁴⁶⁾ Scharmer, 2009.

o que pode e deve ser feito no lado direito do U, não é visível quando ainda se está no lado esquerdo do U e pode somente ser descoberto ao longo do caminho. O processo também é fractal, no sentido de que cada etapa do U contém processos em U menores, de forma que cada participante precisa repetir os 5 movimentos da co-iniciação a co-evolução múltiplas vezes.»⁽²⁴⁷⁾

De forma concreta, o Lab Guanabara foi desenvolvido em quatro etapas ilustradas a seguir e um cronograma de execução que se estendeu de janeiro a dezembro de 2019, incluindo sua preparação e articulação prévia, e de agosto a dezembro de 2019, em sua execução.



Alavancas como pontos de acupuntura

Como ponto de partida para a realização de um *Lab* de Inovação Social, é importante o entendimento dos principais desafios e barreiras para a evolução do contexto a ser influenciado. Uma boa prática é o espelhamento dos desafios em alavancas, ou pontos de acupuntura, com potencial de destravar o sistema e levá-lo a um novo ponto de equilíbrio. Esse entendimento inicial deve preferencialmente ser gerado por um pequeno grupo de atores que conheça e represente as múltiplas visões dentro do sistema.

No Oásis Lab Baía de Guanabara, foram pré-definidas cinco alavancas para nortear a geração de ideias e soluções, com foco em SbN, como mostra a figura abaixo.

As alavancas representam respostas para os principais desafios mapeados para destravar a implementação de SbN e Infraestrutura Natural no território.



⁽²⁴⁷⁾ Kahane, 2012.

Participantes e atores-chave

O ponto central de qualquer *Lab* de Inovação Social é a seleção criteriosa e ativação de participantes que representem os diversos setores e pontos de vista dentro do sistema e que tenham potencial e legitimidade para idear e implementar iniciativas que gerem mudanças sistêmicas. A figura abaixo mostra os diferentes tipos de atores a serem considerados.



No Lab Guanabara, foram mapeados 169 atores relevantes na temática do processo dentro do território. Após os convites e ativação, 102 atores se inscreveram na jornada e destes 80 pessoas, representando 65 organizações dos diversos setores, incluindo, além dos organizadores: BNDES, Embrapa, UFRJ, AMBEV, Marinha, ICMBio, Ministério do Meio Ambiente, Bondinho Pão de Açúcar, diversos comitês de bacias, Corpo de Bombeiros, Conservation International, ICLEI, Pacto Global, Associação de Pescadores de Siris da Praia da Luz, Ministério Público do RJ, Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro, Prefeitura de Niterói, Museu do Amanhã, entre muitos outros.

Os resultados do *Lab*

De forma simplificada, os resultados de um *Lab* de Inovação Social podem ser divididos em quatro grupos:

1. Geração de conhecimento

Durante o processo de diagnóstico, assim como em todo o processo do *Lab*, é desenvolvida uma visão conjunta do contexto, desafios e potenciais soluções dentro da temática.

2. Desenvolvimento de projetos conjuntos

O principal fio condutor do *Lab* é a criação de novas iniciativas em colaboração com foco nos desafios identificados.

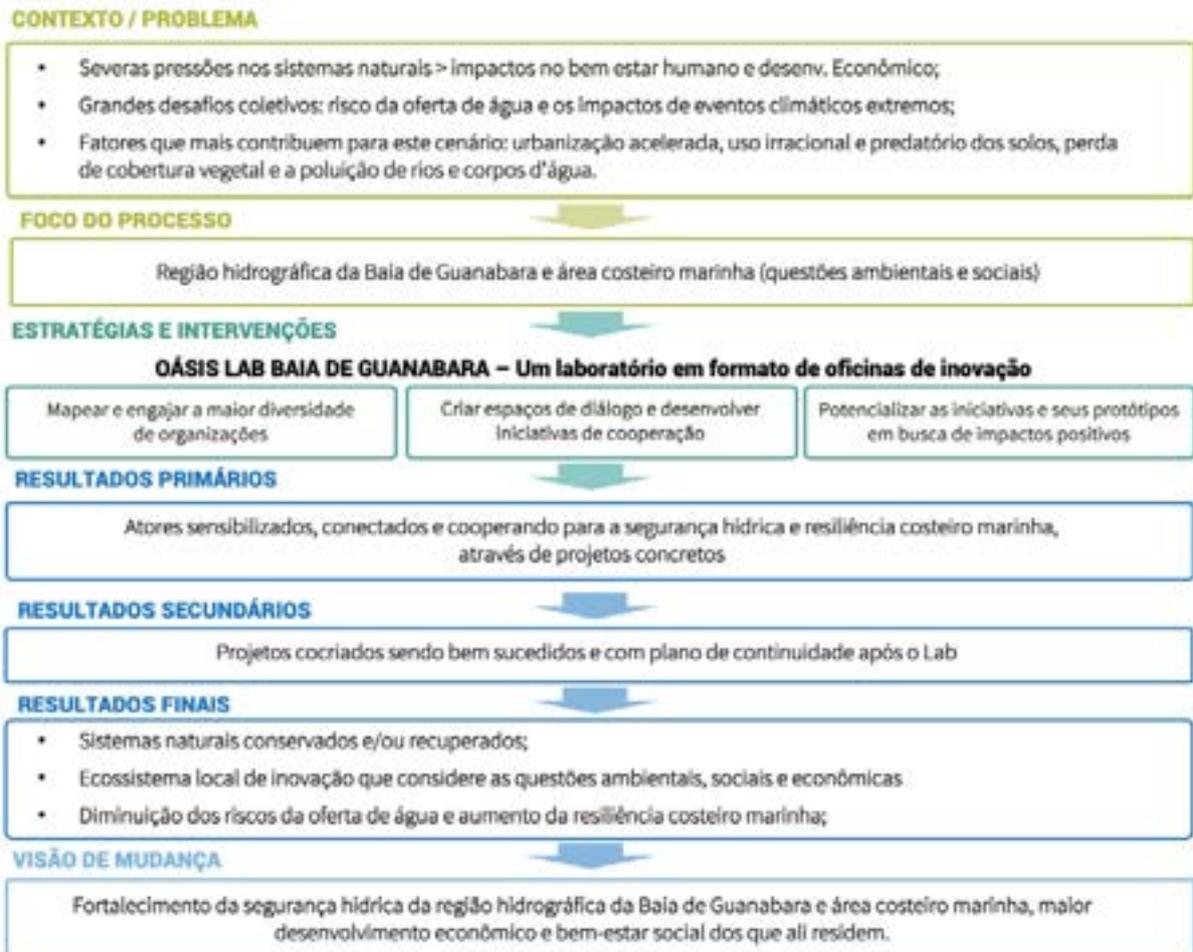
3. Construção e expansão de redes de cooperação

Ao longo do processo, nos encontros, *webinars*, assim como no desenvolvimento de iniciativas em grupos, os participantes expandem constantemente sua rede, criando processos e arranjos para articulação multi-atores.

4. Alavancagem de projetos já existentes

A identificação de atores que já tinham projetos em andamento ajudou a manter o engajamento do grupo. Esses se beneficiam e são alavancados por meio da inclusão de novos parceiros.

Apesar da não linearidade e da causalidade mútua de processos sociais complexos, a linearização dos resultados através de uma abordagem conhecida com Teoria de Mudança (VI), que liga intervenções no campo social a uma cadeia causal de resultados, nos ajuda a compreender o que se espera de um *Lab*. A figura abaixo mostra a Teoria de Mudança simplificada do Oasis Lab Baía de Guanabara.



Um dos resultados mais tangíveis do Lab Guanabara foi a criação de sete projetos integrados com foco em SbN, envolvendo 37 organizações. Esses projetos podem ser classificados em três grupos:

1. Projetos estruturantes — Suportam a criação de capacidade e o desenvolvimento de iniciativas focadas em SbN:

- Fundo Baía de Guanabara para SbN — Articulador: Fundação Grupo Boticário; Foco: Investimento em SbN.
- Colmeia: Plataforma colaborativa para a promoção de SbN — Articulador: INEA; Foco: Mapeamento e articulação de iniciativas focadas em SbN.
- Os rios correm para o mar — Articulador: Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara; Foco: Sensibilização ambiental.

Figura 66 — Participantes do *Lab* engajados no processo de entendimento do território e criação de soluções durante o encontro de ativação do grupo (Sense-Lab)



2. Projetos aplicados — Implementam diretamente Sbn:

- Produzir para Conservar — Articulador: INEA; Foco: Disseminação de práticas de conservação da água e solo e sistemas de produção de base florestal e agroecológica/orgânica, incluindo capacitação e criação de unidades demonstrativas.
- Florestar em Pé de Serra — Articulador: Instituto Tecnoarte; Foco: Agroflorestas e restauração florestal.

3. Projetos secundários — Se relacionam com questões socioambientais, mas não impulsionam diretamente a agenda de Sbn:

- Expedição Baía Limpa — Articulador: Instituto Ecológico Aqualung; Foco: Conscientização ambiental.
- Orla Sem Lixo — Articulador: UFRJ; Foco: Coleta, transporte e beneficiamento de resíduos marinhos.

Figura 67 — Marie Ikemoto, do INEA, apresentando o projeto Produzir para Conservar no encontro final do *Lab* (Sense-Lab)



Notas e recomendações finais

Os *Labs* de Inovação Social são uma nova forma de lidar com desafios coletivos complexos. Eles têm como característica a imprevisibilidade e a geração de soluções emergentes, genuinamente inovadoras, com potencial de gerar mudanças sistêmicas.

Algumas práticas podem potencializar a sua capacidade de transformação:

- A identificação e ativação dos atores participantes é a chave de um *Lab*. O processo e os encontros presenciais são somente uma forma de ativar o potencial latente das organizações e indivíduos do campo. É recomendável que se invista uma parcela relevante do tempo em conhecer, articular e identificar oportunidades antes de se iniciar o processo formal.
- É importante que se invista um tempo relevante no aprofundamento do contexto que se busca transformar. Quanto mais clara for a pergunta, mais claras serão as respostas do *Lab*.
- O processo, por ser inerentemente emergente, passa por momentos de divergência e convergência. É normal que atores entrem e deixem o *Lab* e que projetos surjam, se fundam ou sejam interrompidos.
- Encarar os *Labs* como plataformas vivas, em constante transformação e contínuas ao longo do tempo, não somente um processo curto com começo, meio e fim, faz com que a transformação do contexto seja mais potente e duradoura.
- Com o rápido deslocamento, neste novo milênio, da forma como nos organizamos em direção a uma nova economia, focada em garantir o equilíbrio socioambiental no longo prazo, os *Labs* são uma excelente opção para criar negócios baseados na regeneração ambiental e a geração de renda através de empregos verdes (*green jobs*).

Correalizadores do *Lab*: Andres Ufer, Yurik Ostroski, sócio do Sense-Lab e coidealizador do Oasis Lab Baía de Guabara; Maria Carolina Balro, consultora do Sense-Lab e coexecutora do Oasis Lab Baía de Guabara; equipes da Fundação Grupo Boticário; INEA; e FIRJAN.

Referências bibliográficas

Branco, Alice N. C.; Brandão, Daniel; Ribeiro, Antônio; Ufer, Andreas (2018). Modelo C: Changemodel.

Hassan, Zaid (2014). The Social Labs Revolution: A New Approach to Solving our Most Complex Challenges. Berrett-Koehler Publishers.

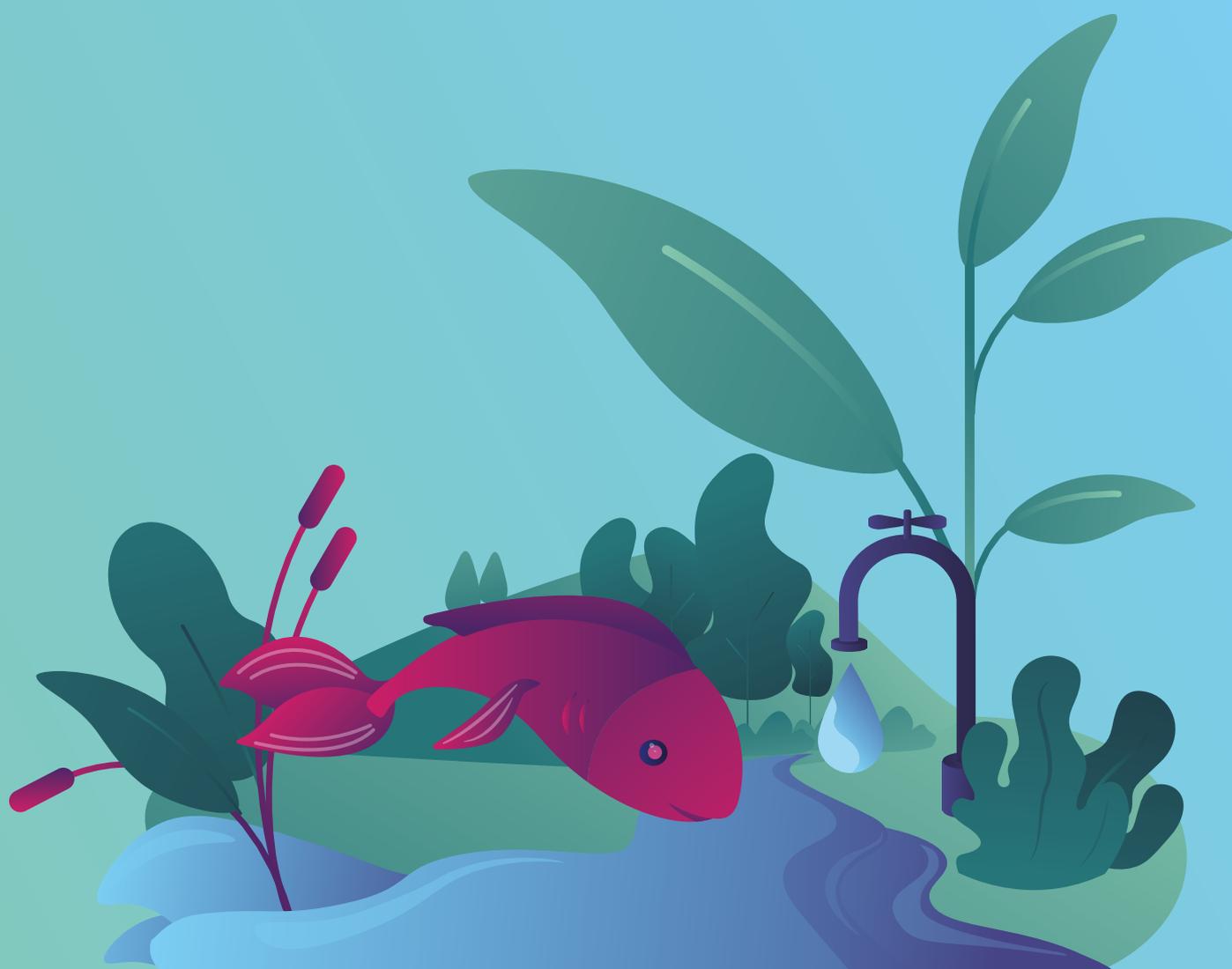
Kahane, Adam (2012). Transformative Scenario Planning. Berrett-Koehler Publishers.

Scharmer, Otto (2013). Leading from the Emerging Future: From Ego-System to Eco-System Economies. Berrett-Koehler Publishers.

Scharmer, Otto (2009). Theory U: Leading from the Future as It Emerges. Berrett-Koehler Publishers.

Tiesinga, Hendrik (2014). Labcraft: How Social Labs Cultivate Change Through Innovation and Collaboration. Labcraft Publishing.

Novas Formas de Financiamento e Empreendedorismo



6. NOVAS FORMAS DE FINANCIAMENTO E EMPREENDEDORISMO

6.1. FINANCIANDO UMA TRANSIÇÃO ACELERADA PARA CIDADES MAIS SUSTENTÁVEIS USANDO AS SBN

Tom Wild e John Henneberry

Mensagens principais

- Comparamos diferentes modelos financeiros para investimento em Sbn e a questão da avaliação monetária dos benefícios dos investimentos em infraestruturas urbanas azul-verde.
- Sbn podem ser realizadas por meio de: (a) investimentos do setor público que ofereçam uma ampla diversidade de benefícios valiosos ou (b) financiamento privado, no qual uma proporção suficiente de benefícios pode ser internalizada (ou capturada) para gerar um retorno adequado sobre os custos ou, ainda, (c) por meio de uma combinação das duas fontes financeiras acima — por vezes referido como modelo de financiamento misto.
- Em muitos casos, as oportunidades potenciais de se lucrar com ou explorar essa ampla variedade de benefícios (sociais), que possam derivar de investimentos em infraestrutura verde — na dimensão regional de comunidade-para-a-cidade — não são compatíveis com um mecanismo liderado pelo mercado para entregar tais bens e serviços ⁽²⁴⁸⁾.
- Os projetos europeus de pesquisa e inovação identificaram uma ampla variedade de abordagens inovadoras que garantiram investimentos futuros em Sbn. Assim, apresentamos a seguir um breve resumo dos novos modelos que as cidades estão explorando para aprimorar sua resiliência e sustentabilidade.

Introdução

Como descrevemos em outros capítulos, as Sbn oferecem um potencial considerável para proporcionar diversos benefícios de valor, transformando essas soluções em propostas atrativas para investimento, tanto em termos gerais quanto como soluções para os desafios específicos da cidade, no intuito de aprimorar a gestão hídrica e melhorar a sustentabilidade urbana. Há fortes evidências para os serviços que as Sbn oferecem às cidades ⁽²⁴⁹⁾. Muitos autores destacaram os benefícios multifuncionais das Sbn e conceitos comparáveis como o investimento em infraestruturas verdes ⁽²⁵⁰⁾. Outros observaram que o financiamento pode depender fortemente da capacidade da iniciativa de atender uma gama de assuntos como o desenvolvimento regional, a adaptação às mudanças climáticas e assim por diante ⁽²⁵¹⁾. Com frequência, os projetos de Sbn são realizados através do alinhamento de diferentes agendas de parcerias com esquemas de subsídios cruzados que, de outra maneira, não seriam viáveis. Existe, portanto, uma necessidade cada vez mais urgente por evidências econômicas prontamente acessíveis sobre os diversos benefícios comprovadamente alcançados com as Sbn, para que sirvam como bases para ações consistentes para aprimorar a resiliência climática e lidar com outros desafios pertinentes à saúde pública, à inclusão social e à regeneração física. O compartilhamento de informações sobre o financiamento das Sbn e sobre modelos de negócios viáveis tornou-se, assim, uma preocupação fundamental para muitas cidades por toda a Europa e América Latina.

O financiamento das Sbn pode ser dividido em três grandes modalidades:

⁽²⁴⁸⁾ Wild *et al.*, 2017.

⁽²⁴⁹⁾ Frantzeskaki *et al.*, 2017; Pauleit *et al.*, 2017.

⁽²⁵⁰⁾ Davies *et al.*, 2015; Raymond *et al.*, 2017.

⁽²⁵¹⁾ Merk *et al.* 2012.

- 1) subsídios públicos, com pagamento por intervenções que, em última instância, dependam de alguma forma de imposto;
- 2) disponibilização privada, financiada através de compras, os custos para os empreendedores imobiliários ou através de encargos de gestão operacional;
- 3) os chamados modelos de financiamento combinado — uma área que recebe cada vez mais atenção e que combina as duas modalidades anteriores de pagamentos por serviços do ecossistema.

Apresentamos a seguir exemplos de Sheffield, Inglaterra, sobre cada um deles:

- 1) investimentos do setor público em infraestrutura azul-verde nas Margens do Rio Wicker;
- 2) iluminação dos rios canalizados por empreendedores imobiliários privados no centro da cidade de Sheffield; e
- 3) o financiamento de melhorias da biodiversidade e manutenção de *habitats* atendidos através de um Modelo Regional de Aprimoramento de Negócios, ou seja, a parceria público-privada do [Projeto de Defesa contra Inundações do Baixo Rio Don](#).

Financiamento do setor público

Dos três grandes tipos de modelos de financiamento, o investimento do setor público pode parecer o mais fácil de explicar, mas nem sempre fácil de conseguir — especialmente em economias lideradas pelo mercado como o Reino Unido ou o Brasil. O apoio da política municipal requer benefícios líquidos das alternativas para comparação, de tal modo que as cidades consigam demonstrar e justificar os investimentos para aumentar o bem-estar social em geral ⁽²⁵²⁾.

Os orçamentos municipais são limitados e o investimento em uma prioridade significa, inevitavelmente, deixar de investir em outras coisas. As propostas de SbN podem, portanto, necessitar de justificativas econômicas consistentes, especialmente em locais em que essas propostas são vistas como uma ameaça aos capitais investidos em infraestruturas construídas (pelo menos até que os profissionais de desenvolvimento urbanístico e de água internalizem as SbN em suas próprias ofertas de negócios). Em casos assim, é possível que as propostas de SbN enfrentem escrutínio e críticas detalhadas à medida que a compreensão sobre as soluções se expande. Uma crítica pode ser que tais avaliações de ampla sustentabilidade se tornem algo do tipo «quem tenta um pouco de tudo consegue muito de nada ⁽²⁵³⁾»: as avaliações podem exagerar a capacidade de um projeto em entregar uma gama de serviços, em vez de enfatizar que ele oferece uma solução para um problema específico e tangível. Se os principais benefícios dos planos não forem devidamente explicados, ou se não houver mecanismos confiáveis de investimentos para entregar os serviços valorizados no longo prazo, é improvável que esses serviços sejam realizados, pois compará-los com solicitações de orçamentos concorrentes será ruim ⁽²⁵⁴⁾.

Isso aproxima as questões de financiamento das SbN da literatura existente sobre a avaliação das infraestruturas verdes e dos serviços do ecossistema. A literatura disponível oferece orientações úteis sobre como diferentes métodos de avaliação podem ser aplicados em uma série de contextos de decisões ⁽²⁵⁵⁾. Outras informações sobre valores e valorização encontram-se disponíveis no Manual [Revolução Verde](#) do Sétimo Programa-Quadro (7PQ) da Comunidade Europeia. Esta pesquisa oferece uma gama de sumários úteis de políticas, módulos e ferramentas de aprendizado, incluindo um manual para as ferramentas de avaliação. Outro recurso útil, que se concentra especialmente em gestão hídrica, é a ferramenta [BeST](#) (Benefícios do SUDS), da CIRIA (Construction Industry Research and Information Association).

⁽²⁵²⁾ Barton, 2015.

⁽²⁵³⁾ Bond & Morrison Saunders, 2012.

⁽²⁵⁴⁾ Wild *et al.*, 2017.

⁽²⁵⁵⁾ Gómez-Baggethun & Barton, 2013.

Nessa literatura mais ampla, um desafio aparentemente difícil se relaciona ao lento progresso que está ocorrendo para oferecer uma análise sólida sobre a relação custo-benefício das SbN. Os problemas decorrem de duas lacunas específicas de conhecimento. Primeiramente, existe a questão de uma falta de casos que sejam suficientemente parecidos ou comparáveis — conduzidos localmente ou mesmo nacionalmente, acompanhado da falta de dados sobre custos e especialmente sobre benefícios. O setor industrial depende pesadamente da precificação padrão para investimentos em infraestrutura, como exemplificado nas orientações do [Green Book](#) [Livro verde publicado pelo *HM Treasury* (Ministério do Tesouro) sobre como avaliar políticas públicas, programas e projetos]. Exemplo dessa necessidade de dados aprimorados sobre custos relaciona-se à iluminação ou a descanalização de rios urbanos — uma forma de SbN urbana em especial para a adaptação às mudanças climáticas. Neste caso, foram feitos esforços para usar informações geográficas voluntárias (VGI) — abordagens de tipo para reunir dados aprimorados sobre elementos de custo ⁽²⁵⁶⁾ e compartilhar conhecimentos sobre o desenvolvimento de planos padronizados de custos gerais. Esses dados sobre custos também são fundamentais para o desenvolvimento e a aplicação dos modelos de benefícios-transferência ⁽²⁵⁷⁾.

Isso leva ao segundo desafio, ou seja, entender e estimar os valores de vários benefícios da SbN. Em muitos casos, o lado dos valores da equação custo-benefício é amplamente negligenciado ou administrado de maneiras que sejam insuficientemente sólidas ou (tão problemáticas quanto) usando métodos que sejam inadequados para as práticas contábeis padrão. Para avançar de verdade na implantação das SbN, os proponentes devem engajar-se em uma ampla gama de «instituições que expressem valores» ⁽²⁵⁸⁾, incluindo processos políticos de tomada de decisão e práticas de cálculo estabelecidas, tal como os princípios contábeis da autoridade local e testes de viabilidade do setor de desenvolvimento. Neste caso, exemplos malsucedidos podem tornar-se tão instrutivos quanto os carros-chefes em termos de planos de perfil elevado. A título ilustrativo, um recente caso no Reino Unido de uma análise econômica bem ampla sobre o [valor dos parques da cidade](#), por mais bem intencionado que fosse, provou-se malsucedido precisamente porque os métodos contábeis usados foram considerados incompatíveis com as práticas orçamentárias do município. Além disso, tais tentativas fracassadas, por mais bem-intencionadas ou experimentais que forem, podem, na verdade, enfraquecer outras propostas de SbN mais realistas ou robustas. Por esses motivos, os métodos de avaliação das SbN precisam ajudar a justificar os investimentos em prioridades e serviços específicos, usando a especialização e as ferramentas disponíveis de uma maneira objetiva para estabelecer o valor das diferentes medidas ou opções, em contextos específicos de planejamento ou desenvolvimento.

No caso das Margens do Rio Wicker, em Sheffield, um foco claro foi colocado em uma área «central» bastante tangível de alçada da autoridade local, ou seja, a da disposição dos moradores em pagar pela gestão e manutenção de *habitats* dos espaços verdes ao longo de um corredor urbano junto ao rio. Neste exemplo específico, a área em questão foi sujeita a graves inundações pluviais, o que fez surgir o dilema de como melhor gerenciar e manter a vegetação junto ao corredor do rio. Com o apoio do projeto VALUE, financiado pela UE, junto com o do projeto URSULA, da Universidade de Sheffield, os investigadores assumiram a modelagem de cenário detalhada para esclarecer os possíveis benefícios conjuntos das opções da SbN no âmbito do bairro local. Usando uma gama de métodos de avaliação econômica (Figura 71), eles visualizaram, testaram e, em seguida, inseriram os valores de quatro diferentes cenários de regeneração (incluindo a opção do *status* «como está»). Os resultados foram apresentados em uma série de trabalhos sobre as avaliações dos serviços do ecossistema ⁽²⁵⁹⁾, as preferências da comunidade e sua disposição em pagar ⁽²⁶⁰⁾, além da valorização econômica dos investimentos em infraestrutura azul-verde e das SbN para gestão hídrica em áreas urbanas ⁽²⁶¹⁾.

Uma descoberta fundamental neste projeto foi que os cidadãos se declararam dispostos a pagar mais pelas propriedades com vista para cenários mais verdes e naturais ⁽²⁶²⁾. No estudo, tais cenários são as ruas e parques, a SbN anterior incorporada ao tecido do *design* urbano e a outra envolvendo a criação de importante cenário

⁽²⁵⁶⁾ Wild *et al.*, 2011; Wild *et al.*, 2018.

⁽²⁵⁷⁾ Bateman *et al.*, 2011.

⁽²⁵⁸⁾ Kallis *et al.*, 2013.

⁽²⁵⁹⁾ Kumar *et al.*, 2012.

⁽²⁶⁰⁾ Mell *et al.*, 2016.

⁽²⁶¹⁾ Wild *et al.*, 2017.

⁽²⁶²⁾ Mell *et al.*, 2016.

novo de um parque inundável (Figura 71). Talvez o mais surpreendente tenha sido saber que os moradores pagariam mais de contribuições fiscais pela gestão e manutenção do cenário (testado) mais verde e mais natural (Figura 72). As descobertas do projeto, incluindo os resultados dos grupos de discussão e os levantamentos sobre as opiniões dos cidadãos, com base nas visualizações, foram, subsequentemente, usados para subsidiar de informações o *design* e a implantação do plano para o miniparque que foi, em última instância, realizado com financiamento do setor público — governo municipal, regional e UE (Figura 73).

Figura 68 — Cenários para as intervenções na infraestrutura azul-verde e SbN para regeneração do corredor urbano do rio: opções de renovar o desenvolvimento das ruas e parques, margens do rio Wicker, Sheffield (crédito: projeto URSULA www.ursula.group.shef.ac.uk)



Figura 69 — Os moradores de Sheffield estariam dispostos a pagar para manter o cenário da reforma às margens do rio o mais verde e natural possível (créditos: Tom Wild, projeto VALUE)



Figura 70 — Nursery Street «Pocket Park», margem do rio Wicker, Sheffield (créditos: Câmara Municipal de Sheffield)



Financiamento do setor privado

As SbN em áreas urbanas, inclusive aquelas que buscam lidar com prioridades em gestão hídrica, estão sujeitas a restrições e oportunidades específicas que influenciam o potencial para atuação do setor privado. Tais fatores incluem a abrangência para compartimentação (e, assim, privatização) dos bens que oferecem tais benefícios, os serviços que podem ser obtidos das SbN, a situação atual do mercado em questão (inclusive concorrência e demanda), a atratividade estética das SbN e o custo da oportunidade relacionado à implantação das SbN. Um caso clássico dessa influência recíproca é a ocupação do solo ou a concorrência relacionada ao «aproveitamento do solo», especialmente em áreas urbanas, onde os valores monetários dos benefícios das infraestruturas verdes são necessários para se transformar o patrimônio natural em valores monetários e, assim, compará-los com outras possibilidades de aproveitamento do solo ⁽²⁶³⁾.

O estudo de caso do Wicker Riverside traz perspectivas importantes para o escopo de financiamento do setor privado das SbN em áreas urbanas. Uma outra fase da investigação do caso acima ⁽²⁶⁴⁾ considerou a questão específica do papel dos empreendedores imobiliários com respeito à implantação das SbN, explorando as oportunidades e restrições que ocorrem no setor de desenvolvimento (e, em especial, a questão da viabilidade de novo desenvolvimento). Usando os resultados do estudo sobre a disposição em pagar, descrito acima, os custos do desenvolvimento e os valores resultantes pelo solo foram concentrados em dois dos diferentes cenários testados, incorporando mais ou menos SbN extensivas, a fim de estabelecer as implicações relativas aos lucros do empreendedor (ou perdas).

Usando como ponto de partida a elevação dos valores associados aos maiores preços que os cidadãos estariam dispostos a pagar por propriedades com vistas mais verdes, foi possível calcular um «verde *premium*» para cada local e usar tal informação para investigar os possíveis impactos sobre a viabilidade do desenvolvimento. Neste ponto, é importante enfatizar que, no momento do estudo, o local em questão poderia ser considerado um mercado fraco ou fracassado, no qual havia muitas propriedades desocupadas e onde o empreendimento estagnara. Os resultados mostraram que, sob a perspectiva do empreendedor, nem o cenário dos parques nem o das ruas era viável no ciclo do mercado.

Os resultados, no entanto, também mostraram que um desses dois cenários de restauração da área verde, incorporando as SbN, aumentaria o valor do plano de modo significativo. O efeito do plano para «ruas» descrito acima foi o aumento do valor do empreendimento em £1 m, mas sem aumento significativo nos custos do desenvolvimento, o que significa que o resultado da incorporação das SbN foi o aumento da viabilidade do desenvolvimento do plano, de maneira geral. Apesar do resultado acima, a principal descoberta foi que, em um mercado fraco ou fracassado (ou seja, em locais de regeneração de terrenos baldios, onde o desenvolvimento ficou estagnado), seria improvável que o setor privado assumisse a liderança na implantação das SbN. Entretanto, uma vez que o plano traria diversos benefícios em termos de serviços do ecossistema para uma ampla gama de cidadãos e usuários, fica claro que o investimento do setor público se justifica e que os governos nas esferas nacional e local devem, de fato, ser encorajados a investir em SbN como uma maneira eficaz de estimular a regeneração inclusiva. Essas lições foram alimentadas em um outro plano, em área próxima: o projeto de descanalização na Matilda Street ⁽²⁶⁵⁾, que recebeu vários prêmios locais e nacionais. Lá, a autoridade local investiu na iluminação do Rio Porter Brook, canalizado como parte de um programa de regeneração de longo prazo. O plano foi tema de uma transmissão pelo Sistema Brasileiro de Televisão, em 2017 (Figura 74).

⁽²⁶³⁾ Wilker & Rusche, 2013.

⁽²⁶⁴⁾ Wild et al., 2017.

⁽²⁶⁵⁾ Wild et al., 2018.

Figura 71 — Cidade inglesa de Sheffield tenta combater poluição e criar áreas verde (fonte: SBT Notícias, 12.10.2017)



Projeto de descanalização do Porter Brook: iluminação de rio urbano como uma SbN para a gestão de riscos de inundação.

Mostramos o resultado do caso do Porter Brook na Figura 75 (nas proximidades do Rio Sheaf), que exemplifica a oportunidade perdida por um plano *exclusivamente* privado, ao qual faltava a ambição para uma SbN. Neste caso, era necessário um empreendedor para a iluminação (descanalizando um rio), mas pouca coisa mais foi feita para restaurar mais *habitats* naturais. O resultado foi um plano que fornece muito poucos serviços do ecossistema, a não ser uma vista bem discreta de um rio urbano. Em princípio, a condição do planejamento atribuído ao empreendedor privado levou a alguma forma limitada de SbN, reduzindo os riscos de inundações decorrentes de entupimentos/obstáculos no canal. Porém, a comparação desse plano com a abordagem de outras parcerias mais ambiciosas realizadas em outras partes da cidade resulta desfavorável.

Figura 72 — Oportunidade perdida de uma parceria para SbN: plano para descanalização liderada pelo setor privado, rio Sheaf, Sheffield (créditos: Tom Wild)



Financiamento combinado de SbN para água em área urbana

Os exemplos acima indicam de que maneira organizações do setor público e privado, com interesses compartilhados podem se unir ou fracassar nessa iniciativa, a fim de tirar proveito máximo das SbN. Entretanto, a capacidade da sociedade se preparar para esse desafio depende de como negociamos e gerenciamos o equilíbrio correto das diferentes atividades, o acesso e usos do solo e de como lidamos com o *mix* delicado das motivações e aspirações dos usuários. A manutenção dos corredores do rio urbano e a melhoria dos *habitats* naturais associadas oferece um exemplo útil para ajudar a entender as possibilidades de oferecer financiamento para as SbN usando o modelo de financiamento combinado. Tendo em conta a complexidade de interesses e o grande número dos diferentes titulares das terras, isso também proporciona um interessante contraste com os casos mais frequentemente relatados do aproveitamento e gestão do solo em áreas rurais, como a silvicultura, que, com frequência, é tema de estudos relevantes relativamente ao financiamento combinado.

A River Stewardship Company (RSC), de Sheffield, foi fundada como uma parceria empresarial entre diversos *stakeholders* locais de relevância, incluindo autoridades públicas, empresas privadas e grupos sem fins lucrativos. A RSC trabalha para coordenar os investimentos, entregar melhorias de *habitats* nos corredores de rios urbanos e apoiar a gestão ou a conservação do local no longo prazo ⁽²⁶⁶⁾. A empresa reúne parceiros com os objetivos comuns de: fornecer serviços de limpeza do rio; realizar a patrulha das margens do rio; reagir à atuações de vândalos, grafiteiros e descarte ilegal de lixo; assessorar em questões de *habitats* da vida animal e realizar trabalhos de manutenção básica. Nesse quesito, o gerenciamento de rios urbanos pode ser visto como uma forma especialmente «social» de SbN, com base mais nos processos e nas ações de redes de pessoas, do que nas intervenções meramente físicas no local. As ligações entre a gestão e a manutenção de longo prazo das SbN urbanas e suas funções, serviços e valores ainda são pouco entendidas ⁽²⁶⁷⁾; esse fato foi destacado como sendo de alta prioridade para mais pesquisas e inovações.

Entre 2013 e 2019, a RSC foi contratada para fornecer serviços de gestão dos *habitats* naturais no corredor do rio, como parte de um modelo importante e inovador Regional de Aprimoramento de Negócios (BID), de modo a se poder discutir o primeiro caso de um modelo do BID sendo implantado com foco na adaptação às mudanças climáticas ⁽²⁶⁸⁾. O projeto, que proporcionou melhorias na gestão dos riscos de inundações, tinha um orçamento de £21,4 m. Esse valor foi financiado principalmente com fundos públicos, com uma contribuição de £1,4 m do setor privado — levantado através de mecanismo do BID, no qual as empresas vizinhas ao rio votaram por apoiar o plano e investir no projeto ⁽²⁶⁹⁾. Neste caso, os serviços de manutenção do lugar fornecido pela RSC foram um componente importante do plano geral para gestão dos riscos de inundações, equilibrando as oportunidades de melhorias de *habitats* junto ao corredor do rio com a necessidade de manutenção das margens, ou seja, retirar o lixo que poderia constituir em risco de inundações com a obstrução do fluxo nas barragens e sob as pontes.

Os exemplos acima fornecem apenas algumas lições úteis e inspiração para serem seguidas. Tais exemplos são complementados por um número crescente de casos mundo afora. Uma questão importante que surge, portanto, é onde mais os *stakeholders* podem buscar informações sobre a ampla variedade de abordagens bem-sucedidas usadas para financiar as SbN? Novos modelos de negócios e financiamento das SbN têm recebido cada vez mais atenção nos últimos anos, graças, em parte, a uma série de projetos da Comunidade Europeia que pedem inovação nessas áreas. Exemplos incluem o projeto NAIAD, que trata das reações do setor de seguros aos benefícios entregues pelas SbN, e o projeto Naturvation, que realizou uma ampla revisão de modelos de negócios inovadores. O projeto GrowGreen realizou recentemente uma revisão especialmente importante sobre as abordagens ao financiamento das SbN nas cidades ⁽²⁷⁰⁾, os quais tratam de: (a) investimentos diretos dos municípios e (b) incentivos para encorajar outros parceiros a implementar as SbN. Isso fornece um resumo útil de exemplos em todo o espectro de desafios sociais, usando uma série de instrumentos, incluindo:

⁽²⁶⁶⁾ Wild *et al.*, 2008.

⁽²⁶⁷⁾ Grow Green, 2019.

⁽²⁶⁸⁾ Ver capítulo 2.1 nesse livro.

⁽²⁶⁹⁾ SCC, 2019.

⁽²⁷⁰⁾ Baroni *et al.*, 2019.

- Contribuições originadas do orçamento público para a saúde, por exemplo, a prescrição de contato com a natureza;
- Implantação dentro de instalações escolares ou utilizando orçamentos do departamento de educação;
- Redirecionamento do sistema de drenagem que leve à economia dos custos com o tratamento da água;
- Uso de fundos de caridade, como orçamentos da loteria, combinando as SbN com programas patrimoniais;
- Contribuições filantrópicas no âmbito local e mundial como, por exemplo, doações para apoiar comunidades carentes;
- Financiamento coletivo (*crowdfunding*) de projetos menores, não necessariamente elegíveis para se beneficiarem de outros instrumentos de financiamento;
- Mecanismos de captura de valor da terra, relativos à venda de terrenos, arrendamentos ou contribuições dos empreendedores;
- Fundos vinculados ao contrabalanceamento ou compensação, por exemplo, a compensação de carbono;
- Impostos em âmbito nacional, regional e local;
- Títulos e doações, bem como outras modalidades de financiamento.

Muitas descobertas importantes originadas dos projetos acima podem ser facilmente acessadas através da plataforma [Oppla](#) e sua função de Localizador de estudos de caso. Na América Latina, de igual modo, foram compartilhadas evidências importantes sobre as inovações advindas das SbN e a confiabilidade destas em entregar serviços específicos em prol da resiliência urbana como, por exemplo, por meio do Observatório Brasileiro de Inovação em Cidades Sustentáveis (SCIO), pelo projeto SbN dos Diálogos Setoriais UE-Brasil e por meio do Diálogo sobre Urbanização Sustentável — R&I da UE-LAC. Nas três grandes categorias descritas acima, uma AMPLA variedade de soluções inovadoras de financiamento foi desenvolvida. Essas iniciativas e projetos estão fazendo um bom progresso rumo a uma compreensão mais ampla e mais plena de valores e opções para o financiamento sustentável das SbN.

Referências bibliográficas

Barton, D. (2015). Monetary valuation of urban ecosystem services—operationalization or tragedy of well-intentioned valuation? An illustrated example. In: Nuss-Girona, S. and Castañer, M. (Eds.), *Ecosystem Services: Concepts, Methodologies and Instruments for Research and Applied Use*.

Bateman, I.J.; Brouwer, R.; Ferrini, S. *et al.* (2011). Making benefit transfers work: deriving and testing 499 principles for value transfers for similar and dissimilar sites using a case study of the non-market benefits of 500 water quality improvements across Europe. *Env. & Res. Econ.*, 50(3), 365-387.

Bond, A.J. and Morrison-Saunders, A. (2009). Sustainability appraisal: jack of all trades, master of none? *Impact Ass. and Proj. Appr.*, 27(4), 321-329, DOI: [10.3152/146155109X479422](https://doi.org/10.3152/146155109X479422)

Dickie, I. (2016). Natural capital: adding value to urban environments. Disponível em <http://ecosystemsknowledge.net/events/building-prosperous-cities/>. Acesso em 14.9.2016.

Gómez-Baggethun, E. and Barton, D.N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecol. Econ.* 86, 235–245.

Kallis, G.; Gómez-Baggethun, E.; Zografos, C. (2013). To value or not to value? That is not the question. *Ecol. Econ.* 94, 97–105.

Kumar, V.; Roquette, J.R.; Lerner, D.N. (2012). Integrated modelling for sustainability appraisal for urban River Corridor (re)-development. *Procedia Environ. Sci.* 13, 687–697.

Mell, I.; Henneberry, J.; Hehl-Lange, S.; Keskin, B. (2016). To green or not to green: establishing the economic value of green infrastructure investments in the Wicker, Sheffield. *Urban For. Urban Green.* 18, 257–267.

Merk, O.; Saussier, S.; Staropoli, C.; Slack, E.; Kim, J.H. (2012). *Financing Green Urban Infrastructure*. OECD.

Raymond, C.M. *et al.* (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Env. Sci. Policy* (77), 15–24.

SCC (2019). <https://www.sheffield.gov.uk/home/planning-development/master-action-plans/lower-don-valley-flood-defence>, Sheffield City Council, Sheffield, England. Acesso em 8.11.2019.

UK Government (2019). <https://www.gov.uk/government/publications/the-green-book-appraisal-and-evaluation-in-central-government>

Wild, T.C.; Bernet, J.F.; Westling, E.L. *et al.* (2011). Deculverting: Reviewing the evidence on the ‘daylighting’ and restoration of culverted rivers. *Wat. and Env. J.*, 25(3), 412–421.

Wild, T.C.; Dempsey, N.; Broadhead, A.T. (2018). Volunteered information on nature-based solutions—Dredging for data on deculverting. *Urban For. Urban Green.* 40, 254–263.

Wild, T.C.; Henneberry, J.M.; Gill, L. (2017). Comprehending the multiple ‘values’ of green infrastructure—valuing nature-based solutions for urban water management, from multiple perspectives. *Environ. Res.*, 158, 179–187.

Wild, T.C.; Ogden, S.; Lerner, D.N. (2008). An innovative partnership response to the management of urban river corridors — Sheffield’s River Stewardship Company. *Proc. 11th Int. Conf. on Urban Drainage*. IAHR/IWA, Edinburgh.

Wilker, J. and Rusche, K. (2013). Economic valuation as a tool to support decision-making in strategic green infrastructure planning? *Local Environ.* 19 (6), 702–713.

6.2. EX POST: A NATUREZA DA CULTURA NO ANTROPOCENO

Shawn McLearen

Mensagens principais

- O artigo a seguir defende a tese de que, se devidamente estruturado, o envolvimento com os empreendedores imobiliários, os projetos de desenvolvimento e procedimentos para aproveitamento do solo são algumas das possibilidades de impacto mais imediato, com as quais nos devemos alinhar e avançar em nossos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS).
- O documento também argumenta que, num contexto de urgência em que temos, de um lado, os crescentes riscos climáticos e, de outro, a escalada da crise de desigualdade, os tomadores de decisão — de funcionários públicos a investidores institucionais — estão ampliando suas medidas de impacto, equidade e de «sustentabilidade» para refletirem séries maiores de dados, a obrigatoriedade dos *stakeholders* de conduzir mudanças e conhecimento da cultura dos nativos (ou seja, o capital comunitário) como o recurso mais importante e viável à nossa disposição para implantar os ODS.
- De maneira central, o trabalho defende a ideia do papel da cultura como uma forma de capital natural e, mais especificamente, modelos de Desenvolvimento Comunitário com Base em Ativos que possam ser usados pelas lideranças locais na criação de resiliência e mitigação de riscos, com exemplos de quadros para tanto.

«Sozinhas, nem a natureza nem as pessoas conseguem produzir o sustento humano, mas apenas juntas, como num casamento cultural.» ⁽²⁷¹⁾

«Por conseguinte, consideramos a pereira cultivada porque o trabalho do jardineiro somente desperta o potencial adormecido na constituição orgânica de sua forma natural e, assim, realiza a mais completa evolução de sua própria natureza. Se, por outro lado, um tronco de árvore é transformado em um mastro de navio, por outro lado é, sem dúvida, fruto da cultura, mas não do cultivo do tronco da árvore... Ao contrário, trata-se apenas de uma adição externa imposta por um sistema de objetivos estranhos ao seu caráter inerente.» ⁽²⁷²⁾

«Uma boa cultura local, em uma de suas mais importantes funções, é uma coleção de memórias, caminhos e as habilidades necessárias para cumprir com as práticas costumeiras, dentro dos limites da vida em família dessa lei natural. Se a cultura local não pode preservar e melhorar o solo local, então, assim como nos diz a razão e a história, a comunidade local se deteriorará e perecerá e a natureza retomará o trabalho de criação de solo.» ⁽²⁷³⁾

«Aumentar os investimentos nas infraestruturas físicas e sociais é uma condição fundamental para aprimorar a capacidade de resiliência e adaptação das sociedades.» ⁽²⁷⁴⁾

Introdução

Os títulos são os instrumentos de capital mais antigos e básicos disponíveis. Em inglês, o termo *bond* (título) remete à conexão entre elementos e empresta a autoridade de seu significado mais profundo de compromisso e gerenciamento. De igual modo, o valor de um título enquanto instrumento financeiro depende do desempenho de seus respectivos fatores não financeiros, um reflexo de tais valores em conjunto: se «a boa-fé e o crédito» do emissor de um título forem de algum modo comprometidos, o valor do instrumento financeiro igualmente estará comprometido. Se o ativo e/ou a comunidade subjacentes forem enfraquecidos, assim também o valor

⁽²⁷¹⁾ Berry, W., *The Unsettling of America*.

⁽²⁷²⁾ Simmel, G., *On the Essence of Culture*; em *Simmel on Culture: Artigos selecionados*.

⁽²⁷³⁾ Berry, W., *The Work of Local Culture*.

⁽²⁷⁴⁾ IPCC, *Global Warming of 1.5 °C. Relatório Especial IPCC*, 2018.

relativo do instrumento financeiro será diminuído. Para o bem ou para o mal, esses títulos interdependentes constituem nosso fundo público ⁽²⁷⁵⁾.

A eficácia das SbN reflete esse ecossistema maior de fatores e, se devidamente cultivado, o poder dos títulos interdependentes para mitigar riscos. Como aprendemos com o trabalho pioneiro de preservação de Paine, Powers, Terborgh *et al.*, os princípios fundamentais (*keystones*) fornecem as informações para os títulos interdependentes dos ecossistemas. Com o trabalho agrário de Wendell Berry e de outros membros antigos da comunidade aprendemos que a «cultivo» (cultura) é nosso princípio fundamental. Tanto a razão quanto a história nos ensinam que, quando um instrumento de capital financeiro ou o ecossistema da comunidade são comprometidos, o papel da cultura não acaba, *por si só*. O que ocorre é que um é simplesmente substituído por outro — *imposto por um sistema de objetivos estranhos ao seu próprio caráter*.

Em 2017, por exemplo, quando o cofundador da NYC's High Line foi citado como dizendo que o projeto havia fracassado em atender os moradores locais, foi um reconhecimento impressionante de como o mundo tinha mudado ⁽²⁷⁶⁾. Vinte anos mais tarde e mais de €135 m em capital financeiro, a extensão de 1,5 milhas da linha ferroviária elevada em uma área de Manhattan — outrora um lamacento bairro de Frigoríficos — foi transformada de mero esqueleto de uma estrutura abandonada de nossa economia antiga em um ecossistema altamente preservado com plantas nativas e pedestres. De modo conveniente ou não, ao longo do período da intervenção e da chegada de milhões de turistas todos os anos, o projeto se transformou em símbolo da mudança dos moradores e sua cultura local. O que outrora fora enaltecido como uma SbN para a «deterioração urbana», tornou-se um estudo de caso sobre o colapso do ecossistema.

Direção e avanço

Gostaria de deixar claro que meu propósito com este trabalho não é sugerir um quadro ideológico, mas, antes, reforçar um quadro de metodologias. Os desafios inerentes aos nossos objetivos de desenvolvimento sustentável exigem que nós os repensemos como oportunidades urgentes de se investir no capital social de nossas comunidades. Mais especificamente, ao mesmo tempo que as projeções de *underwriting* e o planejamento dos cenários de curto prazo (p. ex., cinco anos), médio prazo (p. ex., 2030, 2050) ou de longo prazo (p. ex., 2050, 2100) são sempre limitados pela disponibilidade de dados, os padrões validados cientificamente são reais e indicam repetidamente: que é provável que percamos as metas multilaterais anteriormente estabelecidas (aquecimento de 1,5 a 2,0 °C); que tais metas foram previstas com base *na melhor das hipóteses*; que é provável que as condições se tornem *piores* do que o previsto (aquecimento de 4,0 °C) e que é provável que haja volatilidade em cascata *antes* do previsto. Em outras palavras, o que noutros tempos seria um conjunto de cenários *potencialmente* problemáticos no horizonte, hoje se transformou — devido à insuficiência de ações — em algo com *probabilidade bastante* de demandar uma nova série de cenários, de desenvolvimento de projetos e projeções de *underwriting*. Dito de outra forma, os atuais marcos de previsão das rupturas sistêmicas significativas (por exemplo, 2030, 2050) nos colocam igualmente dentro dos períodos de *underwriting* financeiro e dos planos de amortização dos modelos tradicionais de desenvolvimento, o que traz a viabilidade de classes inteiras de ativos e suas comunidades em questão ⁽²⁷⁷⁾. Este é o dilema fundamental da cultura do Antropoceno.

Princípios de organização

Dessa forma, aparentemente, agora, quando ouvimos «a boa nova» de que foram fechados acordos como o de *Princípios para Serviços Financeiros Responsáveis* e do *Objetivo do Fórum de Debates Empresariais de uma Corporação*, ficamos imaginando o que isso significa de verdade para o resto de nós. Quando, durante a Cúpula de Ação Climática das Nações Unidas, em 2019, ouvimos os temas ascendentes de *restauração* e *localização*

⁽²⁷⁵⁾ Cf. Gaul, G.M. (2019). *The Geography of Risk*; Moody's Buys Climate Data Firm, Signaling New Scrutiny of Climate Risks, NY Times, July 24, 2019; PG&E Trade Punishes Hedge Funds as California Burns; Wall Street Journal, Oct 30, 2019; WRI/Blue Forest Conservation Forest Resilience Bond (2018).

⁽²⁷⁶⁾ Cf. *We Failed To Design Park That Benefited Neighbors, High Line Creator Says*; DNAinfo, Feb 13, 2017.

⁽²⁷⁷⁾ Cf. IPCC, *O Aquecimento Global de 1,5 °C*. Um Relatório Especial do IPCC (2018), resumo para os formuladores de políticas D.3.1: «Opções de adaptação que reduzem a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos guardam muitas sinergias com o desenvolvimento sustentável, se bem administrados como, por exemplo, assegurando alimentos e a segurança hídrica, redução dos riscos de desastres, aprimoramento das condições de saúde, manutenção dos serviços do ecossistema e redução da pobreza e desigualdade. Aumentar os investimentos nas infraestruturas físicas e sociais é uma condição fundamental para aprimorar a capacidade de resiliência e adaptação das sociedades.»

de um lado e, do outro, a autenticidade de crianças descrevendo as intermináveis reuniões e conversas como fracassos, também temos de perguntar a nós mesmos: Adaptação ao quê, mesmo? De acordo com os padrões de quem? Com que recursos? Metodologicamente falando, tornou-se cada vez mais importante para a liderança da comunidade local e também para os investidores que o desenvolvimento de projetos se alinhe com, internalize e facilite tais questões. Sendo objetivo: uma vez que nos permitimos tempo suficiente para *prevenir* riscos sistêmicos significativos e, diante da redução da capacidade relativa dos instrumentos de capital financeiro para lidar com eles, reconhecer os ativos culturais nativos como sendo os recursos mais preciosos que possuímos é uma mudança fundamental. Mais uma vez, as formas interdependentes de capital — como o capital comunitário, capital político e o capital criativo — não são apenas inerentes ao desempenho relativo de qualquer ativo de capital financeiro; constituem o patrimônio nativo e o fundo de investimento de nossas comunidades. Ao se colocar essas formas de capital em risco, coloca-se a iniciativa de desenvolvimento inteira em risco. Como um recém-aposentado líder do segmento filantrópico, certa vez me deram a seguinte descrição: «Em nossas jornadas de aprendizado junto à comunidade, ficamos especialmente interessados em quem é convidado, quem fala, quem toma as decisões e quem se apossa de tudo mais tarde.»⁽²⁷⁸⁾

Pontos de intervenção

Tradicionalmente, o desenvolvimento dos projetos ocorre dentro e no entorno das comunidades e não *com* elas. Convencionalmente, a cultura dos negócios exige que o capital financeiro e o capital político conduzam às aprovações para o aproveitamento do solo, tendo pouca ou nenhuma contribuição da comunidade nem obrigações para com uma comunidade local e seu respectivo tecido social geracional. A linha divisória da propriedade desalavanca (ou seja, expurga os efeitos do endividamento financeiro) os riscos. Pouca ou nenhuma atenção é dada a um conjunto mais abrangente de fatores locais. A menos que necessário, tais fatores são designados *fora* dos limites ou da definição do «projeto».

Para o bem ou para o mal, nossa cultura é assim. Portanto, enquanto o capital criativo da inovação e da ruptura continua⁽²⁷⁹⁾, procedimentos tradicionais como revisão e aprovações para o aproveitamento do solo local, as revisões ambientais e os encerramentos financeiros seguirão como algumas das oportunidades mais imediatas e práticas para promover nossos objetivos. Para ser eficaz, qualquer esforço para utilizar esses procedimentos tradicionais — sem falar do aprimoramento deles — necessitaria de capital comunitário *disposto a liderar* por meio da organização e do fornecimento de uma direção clara, de capital político disposto a seguir com representantes esclarecidos e de capital financeiro com disposição a apoiar, contribuindo com incentivos estruturais e voltados para a missão. Isto, por sua vez, exige ação coletiva contínua e significativa que cultive políticas múltiplas e desenvolvimentos intersetoriais.

Desenvolvimento comunitário com base em ativos

Por outro lado, é cada vez maior o número de esforços de aproveitamento do solo que envolvem de modo significativo a voz da população local tradicionalmente marginalizada, os criativos e os pequenos empresários na governança local e nos quadros de tomadas de decisão. É discutível, no entanto, o fato de que, em consequência dessas iniciativas de planejamento participativo lideradas pela comunidade, cada vez mais os projetos estão optando ou sendo forçados a integrar um conjunto mais amplo de critérios de impacto na comunidade. E isto não é simplesmente para obtenção de direitos de desenvolvimento e/ou financiamento. Cada vez mais, existe o reconhecimento de que os ativos colocados a serviço de metas mensuráveis para o desenvolvimento comunitário podem ter efeito sobre um maior número de problemas. Consequentemente, esses objetivos têm chances maiores de se tornarem elegíveis para diferentes produtos de financiamento que reduzam os débitos, operem com margens melhores ou mitiguem os riscos. Dessa forma, amplia-se a probabilidade de que membros da comunidade prosperem em suas comunidades, contribuam com o patrimônio comum da cultura local e o capital comunitário, além de aumentar os serviços essenciais do ecossistema ao longo do tempo. Em outras palavras, num tempo de ameaças climáticas relevantes e crises de desigualdade, os tomadores de decisão —

⁽²⁷⁸⁾ Entrevista com Neal Cuthbert, da McKnight Foundation, junho de 2019.

⁽²⁷⁹⁾ Cf. Terrenos em encostas/fundos para aquisição de imóveis; ciência da atribuição; perenidade; Enxugamento de Projeto; sequestro de carbono da Verdox, entre outros.

de agentes públicos a investidores de grande porte — estão expandindo suas medidas de impacto, de equidade e de «sustentabilidade» para refletirem conjuntos de dados mais abrangentes e a necessidade inevitável de que *stakeholders* locais conduzam as mudanças ⁽²⁸⁰⁾. Essa cultura de gerenciamento não é exclusiva: tomemos os exemplos do *terroir* (terras cultivadas) da França e sua infraestrutura econômica de indicadores geográficos; *amunas* (sistema de conservação de água, utilizado há mais de mil anos pela população indígena local), do Peru; ou o *fudo*, do Japão e o papel dos rituais de Ise Jingu na manutenção do capital comunitário ⁽²⁸¹⁾. Os exemplos acima consistem em tradições. Se envolver as comunidades e encorajar os *stakeholders* em direção aos acordos de governança multipartidária é o que queremos dizer por *localização* e *restauração*, então os recursos nativos existentes (ou seja, o capital comunitário) são as formas mais importantes de capital que temos ⁽²⁸²⁾.

Nos segmentos Imobiliário e de Desenvolvimento Comunitário, um «caminho crítico» se refere a um conjunto de marcos ou metas críticas inerentes que um projeto deve atender ao longo do seu «curso» de seu desenvolvimento até o sucesso, podendo ser desdobrado em cinco fases: *Descoberta*, *Pré-empresendimento*, *Construção*, *Estabilização* e *Operações*. Por exemplo, na fase de pré-empresendimento, as premissas e as investigações do projeto são conduzidas de modo adequado para que haja um consenso entre os *stakeholders* que, assim, acordam uma série de termos contratuais para se atingir o «sucesso» — que o projeto deverá atingir progressivamente. Mais cedo ou mais tarde, isso representará dizer, *antes de mais nada*, o estabelecimento das metas fundamentais do projeto: se o objetivo do projeto for maximizar os lucros, então o caminho crítico, os fatores contratuais e as métricas do sucesso deverão refletir tal objetivo. Se o objetivo do projeto for o de maximizar as SbN, tais como o capital comunitário nativo, então o caminho crítico, os fatores contratuais e as métricas do sucesso deverão refletir tal meta.

Embora o levantamento dos pontos de vista da própria comunidade sobre as condições existentes e as necessidades percebidas seja um pré-requisito para o processo de desenvolvimento de qualquer comunidade, a viabilidade do projeto — bem como a melhoria das operações do ambiente construído que o suporta — deverá ampliar os ativos existentes e as iniciativas já implantadas na comunidade. O pretense modelo de «Desenvolvimento Comunitário com Base em Ativos» identifica os objetivos fundamentais do projeto, incluindo os membros da comunidade tradicionalmente marginalizados como *stakeholders* e acordando métricas mensuráveis de impacto na comunidade ou «indicadores-chave de desempenho» (KPI). Do ponto de vista metodológico, isso implica em alguma forma de liderança local que terá poderes de decisão, no intuito de assegurar que o capital comunitário investido em outras iniciativas locais e/ou organizações seja razoavelmente influenciado, em vez de colocado em risco. Mais especificamente, através de um quadro de desenvolvimento comunitário com base em ativos, o caminho crítico de um projeto é estruturado para criar identificação com as aspirações da comunidade durante a sua *descoberta*, aumentar o período de elegibilidade para financiamento a juros baixos na fase de *pré-empresendimento*, reduzir os custos durante a *construção*, criando o *design* do local com um objetivo, capitalizar as reservas na fase de *estabilização* e gerar impacto e margens mais elevadas na fase das *operações*.

Em outras palavras, fazendo investimentos diretos em títulos de um projeto dentro do seu ecossistema local, usando de sua competência para se autodefinir através da implantação das metas da comunidade local, a liderança terá uma maior probabilidade de colocar tal ativo a serviço do desenvolvimento mensurável da comunidade, alavancando uma variedade de recursos de capital para capturar as questões urgentes dos moradores locais, incentivar fornecedores a entrarem no contrato do projeto, atender os KPI ao longo do tempo e integrar o capital comunitário no local.

Para o bem ou para o mal, nossa cultura é *assim*.

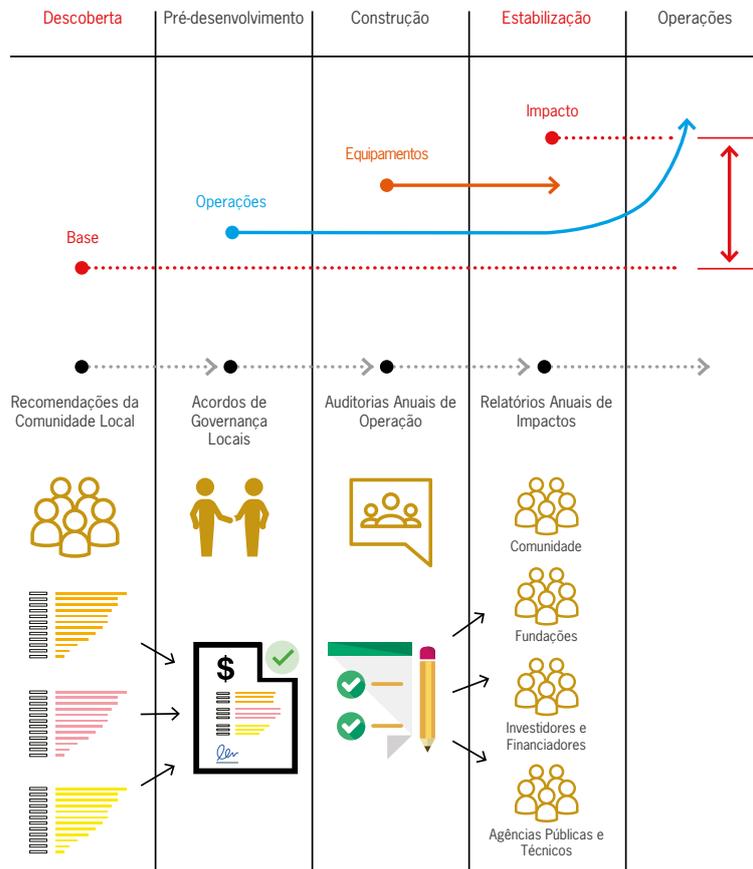
⁽²⁸⁰⁾ Cf. Kaiser Permanente, *When a Steady Paycheck is Good Medicine*, NY Times Oct 10, 2019; Louisiana's Strategic Adaptations for Future Environments (LA SAFE).

⁽²⁸¹⁾ Cf. Watsuji, T. (1961). *A Climate*; Miyazawa, M. (2014). *In Between Mountains and Oceans*.

⁽²⁸²⁾ Cf. Smith, D. (2018), *Common Roots, Common Futures*; Danis, C. (2019). *Place, Perception, or Politics? Measuring U.S. Urban-Rural Natural Disaster Resilience Capacity*.

Desenvolvimento comunitário com base em ativos/quadro de indicadores-chave de desempenho

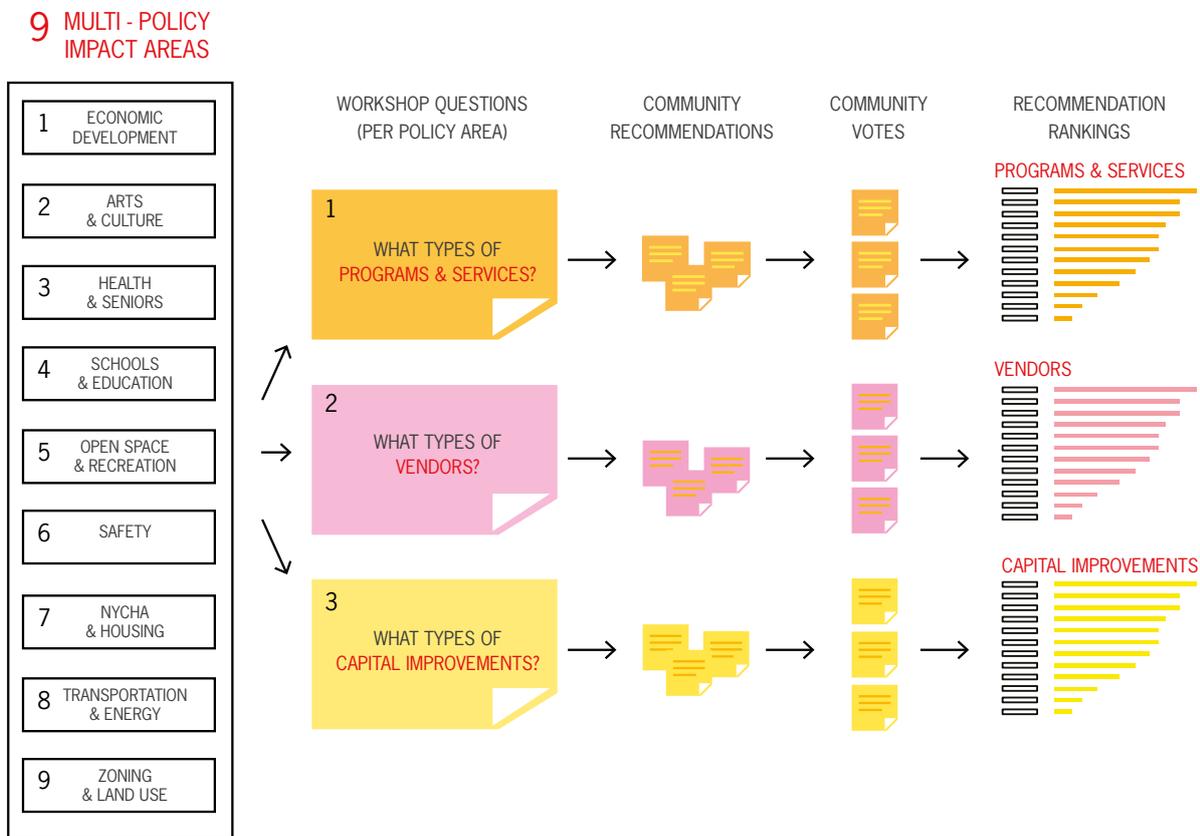
Figura 73 — Desenvolvimento comunitário com base em ativos/quadro de indicadores-chave de desempenho (créditos: o autor)



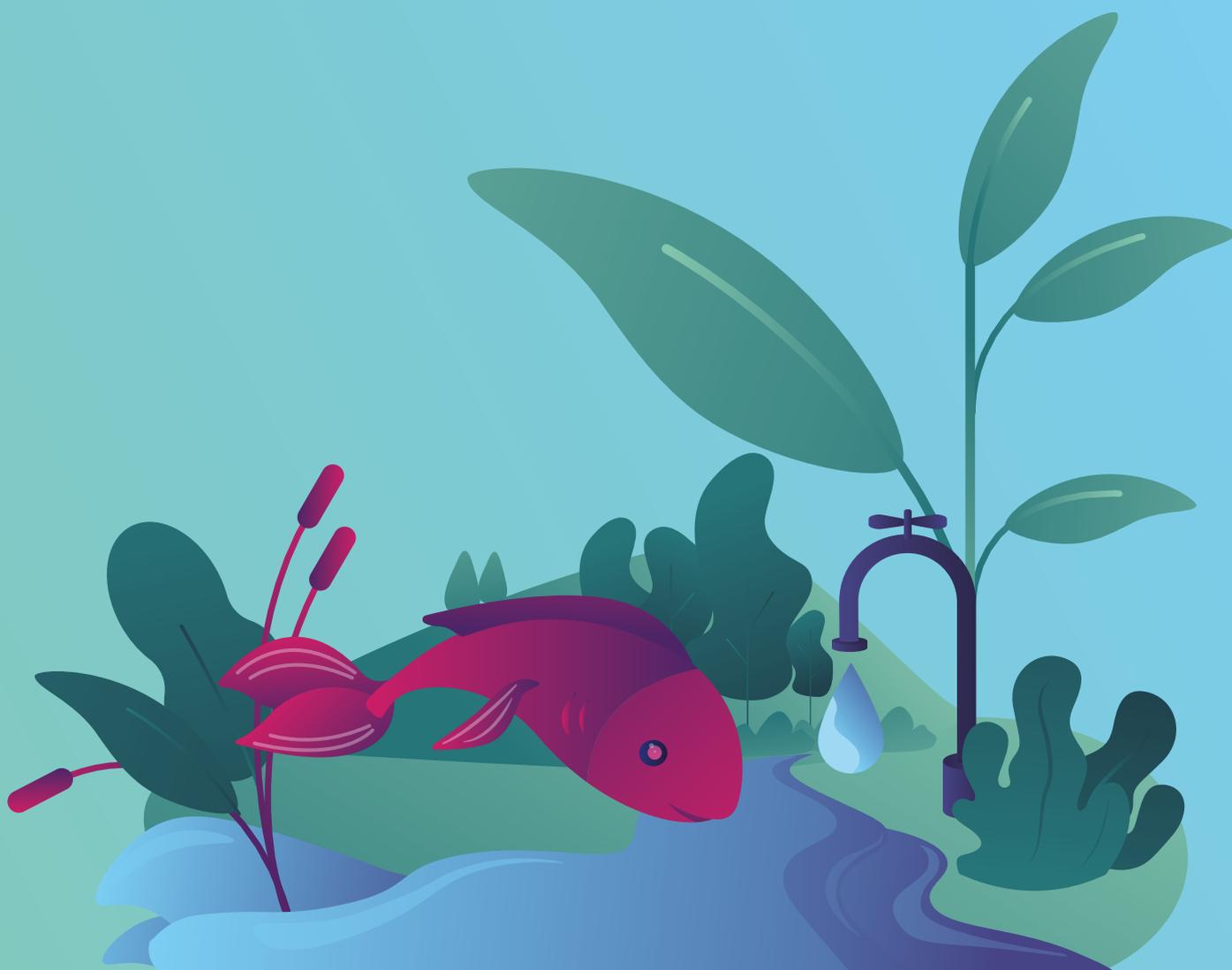
«Desenvolvimento Comunitário Mensurável»

O diagrama a seguir fornece uma visão geral da compilação — em avaliações agregadas e informações realizáveis — das recomendações da comunidade. Especificamente, da esquerda para a direita, ao avaliar «o que o projeto pode fazer e o que se espera que faça» e, por extensão, «o que estamos construindo e por quê» em diversas áreas de políticas (Coluna A), os participantes fazem recomendações para os tipos (Coluna B) de Programas e Serviços, os tipos de Fornecedores e os tipos de Melhorias de Capital nos quais é necessário investir; essas Recomendações da Comunidade (Coluna C) são classificadas. Depois, em *workshops* subsequentes, os participantes votam nessas recomendações (Coluna D), antes que elas sejam organizadas nas classificações finais (Coluna E). Tais recomendações servirão, então, como indicadores-chave de desempenho para o aproveitamento do solo e/ou em acordos de benefícios (para a comunidade) com os empreendedores imobiliários e para as auditorias anuais a serem feitas pela liderança local.

Figura 74 — Desenvolvimento comunitário mensurável (créditos: o autor)



Soluções Baseadas na Natureza para Qualidade de Vida e Bem-Estar



7. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA QUALIDADE DE VIDA E BEM-ESTAR

7.1. SOLUÇÕES BASEADAS NA ÁGUA E SAÚDE EM ÁREAS URBANAS: UMA VIA TRÍPLICE SEGUNDO A PSICOLOGIA AMBIENTAL

Marino Bonaiuto e Thomas Albers

Mensagens principais

Os espaços azuis têm pelo menos três vias ativas pelas quais as pessoas que têm contato com eles podem receber benefícios em termos de saúde e bem-estar, quais sejam: a via da mitigação, a da restauração e a da *instauração*.

- A condição essencial para que a maioria dos espaços azuis sejam benéficos do ponto de vista psicossocial é o nível de poluição ou contaminação do espaço azul: as águas devem estar limpas para oferecer benefícios para as cidades e seus habitantes.
- O projeto dos espaços azuis pode promover atividades físicas e de coesão social, podendo exercer impacto na saúde e o bem-estar.
- O mais importante, porém, é que os gestores das áreas urbanas precisam considerar que espaços azuis bem projetados também precisam de boa manutenção, como limpeza e segurança.

Introdução

Historicamente, muitas cidades do mundo foram erguidas próximas de rios, lagos e de áreas litorâneas, para que tivessem melhor acesso à água para irrigação, água potável, transportes, comércio e geração de energia. Além das vantagens para a sobrevivência e a prosperidade econômica, a proximidade com os espaços azuis ao ar livre (ou seja, rios, lagos, lagoas, fontes, linha costeira) também traz benefícios potenciais para a saúde e o bem-estar. Para oferecerem benefícios para as cidades e seus habitantes, no entanto, é fundamental que as águas sejam limpas. Nos lugares onde os possíveis efeitos da natureza sobre a saúde geral e o bem-estar têm sido amplamente estudados e provou ser de uma natureza positiva, o estudo sobre o impacto sobre a saúde e o bem-estar de se viver próximo a espaços azuis é bastante recente, mas promissor e criterioso. Este capítulo apresenta uma visão geral de alguns efeitos positivos da presença dos espaços azuis sobre a saúde mental e geral e nas áreas urbanas. Por fim, usaremos um estudo de caso específico sobre as áreas naturais em comparação com as áreas construídas em pátios escolares para exemplificar, de maneira geral, como o *design* de uma SbN pode melhorar a cognição dos alunos quando usada adequadamente nas rotinas escolares durante os intervalos.

Soluções baseadas na natureza e a saúde nas áreas urbanas

Pela primeira vez na história da humanidade, desde 2007, mais de 50 % da população mundial vive em áreas urbanas, em vez de áreas rurais, e essa tendência segue avançando. Com essa tendência de urbanização mundial ⁽²⁸³⁾, torna-se urgente a questão de como as administrações locais podem manter ou melhorar a saúde e o bem-estar dos cidadãos em seus ambientes urbanos. A natureza provou que oferece não apenas escolhas de investimentos economicamente interessantes, mas também soluções para as administrações das áreas urbanas para melhorar a qualidade de vida, saúde e bem-estar e, portanto, a mudança para um novo estilo de vida ⁽²⁸⁴⁾.

⁽²⁸³⁾ Nações Unidas, 2015.

⁽²⁸⁴⁾ Herzog *et al.*, 2019.

Na presença e proximidade de espaços verdes (por exemplo, parques, jardins e florestas) perto ou dentro das áreas urbanas, uma ampla gama de pesquisas demonstrou seus efeitos benéficos sobre a saúde e o bem-estar ⁽²⁸⁵⁾. Seu impacto positivo sobre a saúde humana e o bem-estar agora está consolidado, embora ainda seja necessário obter-se uma compreensão plena das atividades humanas específicas e dos tipos de interação homem-natureza que medeiam tais benefícios ⁽²⁸⁶⁾. Apenas na última década, os possíveis efeitos exclusivos dos espaços azuis próximos a áreas residenciais receberam atenção científica similar, havendo algumas evidências iniciais a sugerirem o impacto benéfico de espaços aquáticos tanto sobre a saúde ⁽²⁸⁷⁾ quanto sobre o bem-estar ⁽²⁸⁸⁾.

Assim como acontece com os espaços verdes ⁽²⁸⁹⁾, também os espaços azuis podem ter a recomendação de pelo menos três vias ativas que, sempre que as pessoas entrarem em contato com elas, poderão beneficiar a saúde e o bem-estar. O primeiro caminho é através da *redução de danos*, no qual os espaços azuis atenuam os efeitos nocivos das pressões sofridas pelo meio ambiente, tais como a poluição da água, a poluição atmosférica, poluição sonora e a temperatura atmosférica ⁽²⁹⁰⁾. A presença de espaços azuis leva a impactos diretos sobre a saúde e o bem-estar, por meio da influência na qualidade ambiental da área urbana — em parte a despeito do contato dos cidadãos com esses espaços azuis. A segunda via oferece mecanismos *restauradores* para uma melhor regulação emocional, de capacidades cognitivas e para o alívio do estresse ⁽²⁹¹⁾ quando em contato com os espaços azuis (desde que estejam limpos e não contaminados). A terceira via leva à *construção de novas capacidades*, incentivando a saúde através da promoção das atividades físicas e da coesão social; a criação de tal capacidade permite que os cidadãos lidem melhor com as pressões ambientais negativas (isto é, para amainá-las) no futuro. Juntas, essas três vias influenciam o contato tanto com os espaços azuis, quanto com o impacto desses espaços sobre a saúde e o bem-estar. Várias vias podem ser acionadas ao mesmo tempo, conforme exemplificado na Figura 78.

⁽²⁸⁵⁾ Marevych *et al.*, 2017.

⁽²⁸⁶⁾ Bratman, *et al.*, 2019.

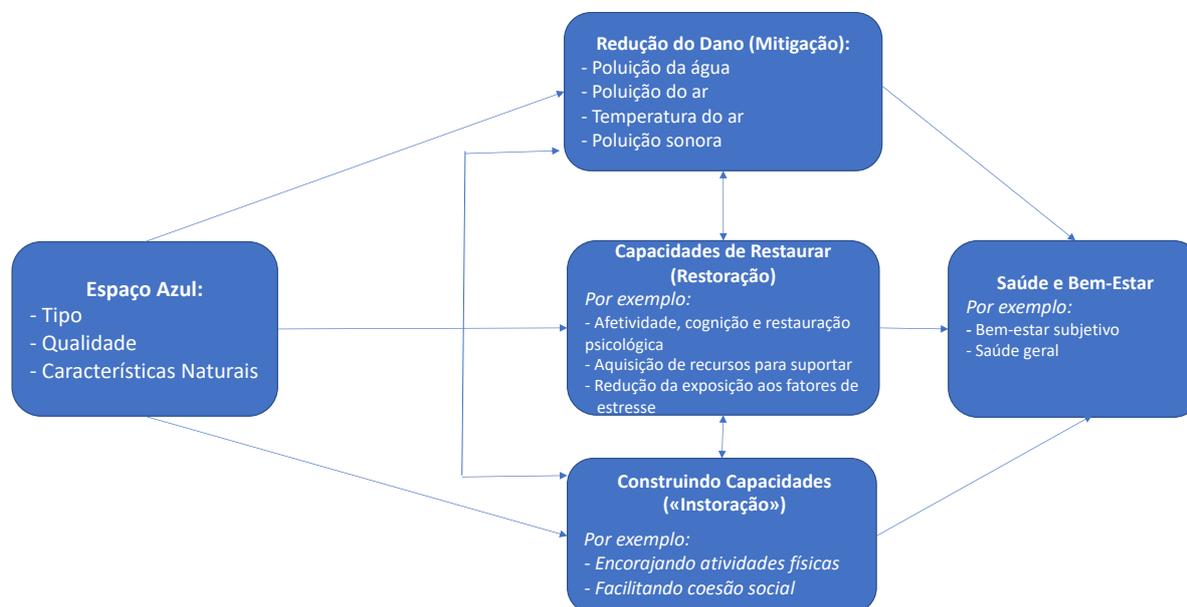
⁽²⁸⁷⁾ P. ex., de Bell *et al.*, 2017.

⁽²⁸⁸⁾ P. ex., *idem*.

⁽²⁸⁹⁾ Pasanen *et al.*, 2019; Markevich *et al.*, 2017; Hartig, *et al.*, 2014.

⁽²⁹⁰⁾ Markevich *et al.*, 2017.

⁽²⁹¹⁾ Kaplan e Kaplan, 1989.

Figura 75 — Uma via tríplice para a saúde e o bem-estar (adaptado da obra de Markevych *et al.*, 2017)

O tipo e a qualidade da interação importam

A mera proximidade de espaços azuis já pode ter efeitos sobre os resultados para a saúde ⁽²⁹²⁾, em especial para a saúde mental e o bem-estar ⁽²⁹³⁾. Ter como vista um cenário aquático também está associado a aspectos positivos para a saúde e bem-estar, uma vez que reduz a aflição psicológica ⁽²⁹⁴⁾. Porém, ter contato com isso tudo através de visitas ou de se manter fisicamente ativo no ambiente natural é uma forte influência ⁽²⁹⁵⁾. «Indicações» mais detalhadas também podem ser contempladas, uma vez que a questão da «dosagem» (ou seja, o tempo de experiências junto à natureza dentro de certo período) também pode ser importante. Uma pesquisa recente sugere que passar pelo menos 120 minutos por semana em um ambiente de natureza abundante (incluindo espaços azuis) é benéfico para a saúde e o bem-estar ⁽²⁹⁶⁾. Um benefício potencial da presença de espaços azuis é a promoção da atividade física (por exemplo, caminhar pela praia ou nadar), que tem efeitos positivos sobre a saúde e o bem-estar dos visitantes ⁽²⁹⁷⁾.

Além do tipo de contato com o espaço azul, a qualidade da interação é importante também para se diferenciar potenciais benefícios. As características naturais do espaço azul são cruciais para o efeito positivo decorrente do contato homem-água ou sua ligação com a água ⁽²⁹⁸⁾. Elementos específicos ou qualidades do espaço que são potencialmente influentes para a saúde e o bem-estar dos visitantes são a limpeza, o tamanho, a composição e a configuração espacial do espaço aquático. O aspecto fundamental é o nível de poluição ou de contaminação do espaço azul: as águas devem estar limpas para oferecer benefícios para as cidades e seus habitantes. É necessário que as devidas medidas sanitárias estejam instaladas, uma vez que espaços azuis poluídos ou contaminados — por exemplo, com a água liberada pelo sistema de esgoto, efluentes industriais ou resíduos da indústria farmacêutica — criam problemas diretos ou indiretos para a saúde humana e os ecossistemas.

⁽²⁹²⁾ P. ex., Gascon *et al.*, 2017.

⁽²⁹³⁾ Pasanen *et al.*, 2019; de Bell, 2017.

⁽²⁹⁴⁾ Nutsford *et al.*, 2016.

⁽²⁹⁵⁾ Markevych *et al.*, 2017.

⁽²⁹⁶⁾ White *et al.*, 2019.

⁽²⁹⁷⁾ Gascon *et al.*, 2017.

⁽²⁹⁸⁾ Bratman *et al.*, 2019.

Existem sugestões de que o valor estético e o caráter puro do espaço azul (por exemplo, a limpeza vs. a presença de lixo e degradação) também promovem efeitos restauradores no contato com ele ⁽²⁹⁹⁾. As pessoas estão mais propensas a visitar espaços azuis quando eles são percebidos como sendo seguros e quando os visitantes esperam ver a vida selvagem ⁽³⁰⁰⁾. Entretanto, a importância da proximidade com espaços azuis para se conseguir uma frequência de visitas é um pouco mais ambígua, uma vez que isso depende de diversos fatores contextuais, tal como a intenção do visitante de usar o espaço azul (por exemplo, a prática de surfe e caminhada) e a qualidade do transporte público para se chegar até o espaço ⁽³⁰¹⁾.

Outra qualidade importante dos espaços azuis para proporcionar benefícios na recuperação psicológica é, por exemplo, um *status* designado (ou seja, o de área protegida). Os espaços azuis com esse *status* estão associados com uma maior biodiversidade; além disso, as visitas a essa área são correlacionadas a níveis mais elevados de restauração e ligação com a natureza do que áreas sem um *status* designado ⁽³⁰²⁾ o que, por sua vez, tem efeitos positivos sobre o bem-estar ⁽³⁰³⁾.

Via da mitigação: Sbn reduzindo danos

Há falta de pesquisas sobre os possíveis benefícios dos espaços azuis sobre as pressões ambientais. No entanto, com base no que sabemos sobre os benefícios dos espaços verdes ⁽³⁰⁴⁾, alguns resultados possíveis podem ser deduzidos. Os espaços azuis podem ter efeitos positivos sobre a temperatura atmosférica das áreas circundantes, tendo em vista que os ambientes naturais têm capacidade de reduzir o calor, em oposição às capacidades crescentes das superfícies opacas, tais como asfalto e os edifícios de concreto. Um segundo efeito importante dos espaços azuis é que eles atenuam a exposição aos ruídos. Obviamente, os espaços azuis podem contribuir com a poluição sonora (por exemplo, os oceanos), mas os sons naturais (ou seja, a água corrente) podem reduzir o efeito negativo de sons não naturais ⁽³⁰⁵⁾. Os espaços azuis também podem oferecer um terceiro benefício, como a redução da poluição atmosférica. Há vários mecanismos pelos quais isto acontece, como o fato de os espaços azuis simplesmente não emitirem poluentes primários e de os rios conferirem frescor ao ar — se não estiverem poluídos.

Via da restauração: capacidade de restauração das Sbn

Por muito tempo, as qualidades restauradoras têm sido descritas como um importante motivo para o contato intencional com áreas naturais, incluindo os espaços azuis ⁽³⁰⁶⁾. Os espaços aquáticos não funcionam apenas como uma válvula de escape do estresse físico, cognitivo, emocional e social; eles também oferecem uma qualidade restauradora, como a melhoria do humor e efeitos positivos ⁽³⁰⁷⁾. Mais especificamente, os espaços azuis que proporcionam percepção de elevado nível de qualidade da água, como a água clara, canais ou a linha costeira com boa manutenção já comprovaram ser especialmente relaxantes e restauradores ⁽³⁰⁸⁾.

Comparados às paisagens urbanas, os espaços azuis, como os rios e as áreas costeiras, podem ajudar os homens a se refazerem da fadiga emocional e cognitiva (p. ex., depois de estudar) ⁽³⁰⁹⁾. Há evidências significativas dos possíveis benefícios restauradores derivados do contato com os espaços azuis (natureza), tanto evitando-se fatores de estresse vinculados aos problemas de saúde e à restauração da capacidade de concentração ⁽³¹⁰⁾, como a redução do estresse psicofisiológico, melhoria do humor e efeitos positivos ⁽³¹¹⁾.

⁽²⁹⁹⁾ P. ex., Wyles *et al.*, 2016.

⁽³⁰⁰⁾ Garrett *et al.*, 2019.

⁽³⁰¹⁾ *Idem.*

⁽³⁰²⁾ Wyles *et al.*, 2019.

⁽³⁰³⁾ Nisbet & Zelenski, 2011.

⁽³⁰⁴⁾ Markevych *et al.*, 2017; Bilotta *et al.*, 2019.

⁽³⁰⁵⁾ Markevych *et al.*, 2017.

⁽³⁰⁶⁾ Kaplan & Kaplan, 1989; Ulrich, 1983.

⁽³⁰⁷⁾ Hartig *et al.*, 2014; Wyles *et al.*, 2019.

⁽³⁰⁸⁾ Hipp & Ogunseitan, 2011.

⁽³⁰⁹⁾ Hartig & Staats, 2006.

⁽³¹⁰⁾ Hartig *et al.*, 2014.

⁽³¹¹⁾ Bowler *et al.*, 2010.

De um modo geral, a decisão da escolha do local de residência reflete a intenção de minimizar a exposição a estressores ambientais e, ao mesmo tempo, facilitar o acesso às qualidades restauradoras das áreas verdes e azuis ⁽³¹²⁾. Em um estudo de Hong Kong, verificou-se que a vista para o mar estava ligada a uma diminuição da irritação provocada por ruídos, o que representa uma importante qualidade reparadora dos espaços azuis que servem de atenuantes do estresse causado pela poluição sonora e atmosférica nas áreas urbanas ⁽³¹³⁾. Em um estudo experimental na China, os pesquisadores descobriram que, de um modo geral, avistar espaços azuis como pequenos lagos pode ajudar na recuperação do estresse físico ⁽³¹⁴⁾.

A via da «Instoração»: SbN criando capacidades

A via da criação de capacidade, complementar à via de restauração, também criou a «via da instoration» ⁽³¹⁵⁾. De um modo geral, *instoração* se refere à possibilidade de a natureza — áreas verdes ou azuis — não só promover a recuperação de um estado cognitivo ou emocional prejudicado, como também de levar as pessoas de uma condição padrão ou uma boa condição para uma ainda melhor ou ideal. O efeito estimulante da natureza, por assim dizer, seria, assim, evidente não apenas quando tal estímulo (seja ele físico, cognitivo, afetivo, social, etc.) ocorresse após uma exaustão (cansaço, fadiga, depressão, isolamento, etc.), devolvendo o indivíduo à sua condição original. Além disso, o efeito estimulante da natureza pode revelar novas dimensões humanas, permitindo que a pessoa se movimente, graças à sua experiência com a natureza, a partir de uma condição física, cognitiva, afetiva, social, etc. aceitável, além de se tornar mais forte, mais inteligente, mais empático, mais altruísta, mais sustentável ⁽³¹⁶⁾.

Existem duas maneiras principais pelas quais o efeito da *instoration* ocorre: as atividades físicas e os contatos sociais que, obviamente, também podem se misturar. O envolvimento em atividades físicas promove a saúde mental e geral em toda a vida e espaços azuis adequados, ao ar livre, podem encorajar as pessoas a serem mais ativas fisicamente ⁽³¹⁷⁾, geralmente através de caminhadas. Uma das principais condições para as atividades físicas nos espaços azuis é o nível de segurança percebido ⁽³¹⁸⁾, mas, obviamente, a necessidade e a percepção de segurança também dependem fortemente do tipo de atividade física. Há três grandes domínios/tipos de atividades físicas identificados: trabalho, transporte ativo (p. ex., caminhada, ciclismo) e lazer (recreação, esportes). Um estudo ⁽³¹⁹⁾ descobriu que o transporte ativo (não motorizado) e de lazer (por exemplo, caminhar ou correr) junto aos espaços azuis melhora o estado de saúde geral e mental. Isso significa que a proximidade com espaços azuis aumenta a prática de atividades físicas que, por sua vez, favorecem a saúde: ou seja, as pessoas que têm espaços azuis mais próximos de suas residências tendem a ser mais felizes e saudáveis porque têm mais probabilidade de se envolver em atividades físicas ao ar livre, próximas de espaços azuis. Para atividades físicas como mergulho ou surfe, a proximidade não foi um fator relevante ⁽³²⁰⁾, mas a qualidade do transporte público sim ⁽³²¹⁾. Tal efeito só é válido, no entanto, se as águas estiverem limpas; quando são contaminadas ou poluídas, as atividades físicas se tornam uma ameaça à saúde humana, uma vez que podem, por exemplo, transmitir doenças.

A maneira como os espaços azuis promovem a coesão social é menos pesquisada do que as atividades físicas, principalmente porque a coesão social — comparativamente à paisagem marinha — não se presta facilmente para pesquisas experimentais. A evidência direta, portanto, é rara. Porém, por similaridade, é possível lembrar, por exemplo, que, no âmbito de uma vizinhança residencial, a maneira como os habitantes locais percebem a qualidade das áreas verdes urbanas se associa à intensidade de seu apego ao lugar ⁽³²²⁾. Da mesma forma, poucas evidências trataram de como a presença de espaços azuis em bairros residenciais comprovadamente

⁽³¹²⁾ Hartig *et al.*, 2014.

⁽³¹³⁾ Leung *et al.*, 2017.

⁽³¹⁴⁾ Wang *et al.*, 2016.

⁽³¹⁵⁾ Markevych *et al.*, 2017.

⁽³¹⁶⁾ P. ex., Venhoeven *et al.*, 2018.

⁽³¹⁷⁾ Hartig *et al.*, 2014.

⁽³¹⁸⁾ Garrett *et al.*, 2019.

⁽³¹⁹⁾ Pasanen *et al.*, 2019.

⁽³²⁰⁾ *Idem.*

⁽³²¹⁾ Garrett *et al.*, 2019.

⁽³²²⁾ P. ex., Bonaiuto *et al.*, 1999.

fortalece a ligação dos indivíduos com outras pessoas e com o meio ambiente natural ⁽³²³⁾. A sensação de segurança no espaço azul é um fator importante para que isto ocorra, assim como os espaços azuis devem ser bem-conservados (despoluídos e limpos) e oferecer instalações atraentes para recreação ou atividades físicas, a fim de realizar todo o seu potencial no desenvolvimento de vínculos sociais ⁽³²⁴⁾.

Além disso, de um modo geral, se atividades pessoais em um local proporcionam uma associação positiva entre os recursos do local e os atributos da pessoa, então, será possível acionar experiências ideais (como a ocorrência de «fluidez», ou seja, ser absorvido pela atividade em andamento), as quais fortalecerão, na sequência, a relação do indivíduo com o local (p. ex., associando-se a uma identificação individual mais forte com o local) ⁽³²⁵⁾.

No modelo de vias, a mitigação, a restauração e a *instoration* ou a criação de capacidades parecem ser três mecanismos separados, enquanto, na realidade, também podem ser razoavelmente esperados que dois ou os três se entrelacem quando, por exemplo, efeitos de restauração acontecerem durante a atividade física no espaço azul. É necessário que se realizem mais estudos sobre essa combinação de benefícios para a saúde através das diferentes vias de espaços azuis, paralelas e alternativas ou, antes, contemporâneas ou sequenciais.

Implicações para a gestão, planejamento e *design* urbanos

Diante da tendência de urbanização maciça e o lamentável aumento dos problemas de saúde mental em todo o mundo, as ações empreendidas pelas administrações local, nacional e internacional para lidar melhor com essas questões devem considerar a otimização do uso de espaços verdes e azuis em seus respectivos planejamentos urbanos. Na verdade, a Organização Mundial de Saúde declarou que a promoção da saúde mental deve incluir ações que criem condições de vida e ambientes ideais que promovam a saúde mental e que permitam que as pessoas adotem e mantenham estilos de vida saudáveis ⁽³²⁶⁾. As linhas de pesquisa apresentadas neste capítulo podem ajudar os decisores políticos e os urbanistas a melhor entender a importância e o potencial dos espaços azuis em áreas urbanas para a promoção da saúde mental e geral e a prevenção dos riscos relacionados. O que é importante perceber é que a presença exclusiva de espaços verdes e azuis não implica, necessariamente, em sua utilização. Considerar, por exemplo, a maneira como o *design* do espaço azul, especificamente, consegue estimular a prática de atividades físicas e a coesão social irá melhorar o seu impacto potencial sobre a saúde e o bem-estar, mas — o mais importante — os gestores urbanos precisam levar em consideração que um espaço azul bem projetado deve ser bem mantido em relação aos fatores percebidos, como segurança e limpeza. As pessoas e o ambiente sofrem efeitos recíprocos; assim, é desejável que ambos sejam saudáveis.

Até o momento, a maioria das pesquisas científicas se concentrou no impacto positivo dos espaços azuis em ambientes urbanos. No entanto, um conjunto limitado de pesquisas foi realizado sobre o impacto negativo dos espaços azuis sobre a saúde e o bem-estar (p. ex., o risco de afogamento, inundações, poluição): tal lacuna deve ser preenchida no futuro, para que os legisladores tenham uma análise da relação custo-benefício necessária ⁽³²⁷⁾. Há que se lembrar, entretanto, que as pesquisas trataram longamente sobre a percepção e gestão dos riscos hídricos, em caso de inundações, tsunamis e a presença excessiva e/ou descontrolada de água nos assentamentos urbanos. Uma questão desse tipo diz respeito à compreensão de como gerir melhor as relações pessoas-ambiente quando a água não for um fator positivo, mas sim um fator de risco negativo para os seres humanos que vivem em ambientes urbanos: assim, o *know-how* sobre resiliência social precisa ser especificamente desenvolvido para melhorar a interação homem-água no caso de riscos ambientais ⁽³²⁸⁾. Portanto, este último tipo de conhecimento complementa o espectro completo da interação entre o homem e os espaços azuis, considerando o componente de risco inerente a eles, além dos efeitos positivos que foram analisadas no presente capítulo.

⁽³²³⁾ Weinstein *et al.*, 2015.

⁽³²⁴⁾ Kázmiersczak, 2013.

⁽³²⁵⁾ Bonaiuto *et al.*, 2016.

⁽³²⁶⁾ OMS, 2019.

⁽³²⁷⁾ Grellier *et al.*, 2017.

⁽³²⁸⁾ P. ex., Bonaiuto and Ariccio, em preparação.

ESTUDO DE CASO

Recreios verdes: um estudo de caso sobre a restauração de pátios escolares

Apresentamos um breve estudo de caso sobre capacidades de restauração para exemplificar como a utilização real da SbN proporcionada pelo *design* de um local específico pode fazer a diferença ⁽³²⁹⁾. De acordo com a teoria da restauração da atenção [ART ⁽³³⁰⁾], uma das propriedades restauradoras dos recursos naturais é a de permitir a recuperação do cansaço da atenção. Há que se enfatizar que a atenção abrange um amplo conjunto de funções cognitivas que são de importância crucial para que os seres humanos lidem com qualquer atividade: tais funções se esgotam com o seu uso e precisam ser restauradas pelo descanso, ou seja, descansar-se da atividade que exauriu a função (ou seja, trabalho, estudo, aprendizado, etc.). Vivenciar e ver a natureza se provou particularmente poderoso em termos de favorecer a restauração das funções de tal atenção ⁽³³¹⁾. Em contextos específicos, essa restauração é de extrema importância, tais como locais de trabalho e escolas, onde as pessoas usam intensamente as funções da atenção para lidar com as demandas do trabalho e as tarefas de aprendizagem (mas é claro que muitos outros lugares exaurem as funções da atenção humana e são, por conseguinte, importantes sob esse aspecto, tais como museus e assemelhados). Neste sentido, o *design* e a gestão dos locais de trabalho e de escolas poderiam, portanto, beneficiar-se das informações baseadas em evidências. O exemplo específico relatado aqui se concentrou no ambiente escolar e, principalmente, em um recurso único, ou seja, o pátio. Muitas escolas têm a oportunidade de utilizar espaços externos, nomeadamente os pátios escolares oferecidos dentro de suas instalações para a realização dos intervalos de descanso diários. Há aqui claramente uma questão de *design* e uma de gestão: ou seja, oferecer um pátio escolar (e de qual tipo); usá-lo regularmente (e de que maneira) e mantê-lo. O objetivo do estudo de caso apresentado é testar se uma SbN — um pátio escolar que ofereça recursos naturais — favorece a melhor recuperação das funções de atenção dos alunos, quando comparada a um pátio escolar caracterizado principalmente por instalações construídas. Um experimento até certo ponto em campo foi realizado em Roma: escolas primárias já equipadas com pátios escolares naturais e estruturas construídas foram selecionadas e, assim, permitiram uma manipulação em campo dessa principal variável independente (veja a Figura 79 do Estudo 1 e a Figura 80 do Estudo 2). Crianças (de ambos os sexos) foram monitoradas quanto a algumas das principais funções da atenção. Para tanto, foram realizados testes padronizados para medir seu desempenho cognitivo — tanto depois de participarem de sua aula usual, pouco antes do recreio, bem como logo após o intervalo do recreio (um intervalo de 30 minutos na metade da manhã para o Estudo 1; ou um intervalo de 30 minutos à tarde, para o estudo 2). Na ocasião, os alunos também preencheram uma escala de recuperação autodeclarada. Para generalizar ainda mais os resultados, os Estudos 1 e 2 se caracterizaram por diferentes *designs* (p. ex., tanto em termos dos 82 alunos do 4.º-5.º anos e 36 alunos do 5.º ano, respectivamente, em relação a temas dentro e entre os *designs*, respectivamente, no que tange a atividades estruturadas e não estruturadas durante o recreio e também em termos de algumas medições de variáveis dependentes).

⁽³²⁹⁾ Amicone *et al.*, 2018.

⁽³³⁰⁾ P. ex., Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan, 1995.

⁽³³¹⁾ P. ex., Hartig, 2004; Russell, 2012; Staats, 2012.

Figura 76 — Estudo 1 — Ambiente natural (Figura 1) e ambiente construído (Figura 2) (fonte: Amicone *et al.*, 2018)



Figura 77 — Estudo 2 — Ambiente natural (Figura 6) e ambiente construído (Figura 7) (fonte: Amicone *et al.*, 2018)



Os principais resultados mostraram que só houve recuperação significativa das funções cognitivas dos alunos depois de um intervalo em ambiente verde e não depois de um intervalo em ambiente construído, conforme demonstrado, por exemplo, no Estudo 1 da Figura 79 em relação à Memória Operacional mensurada, usando-se o teste de amplitude numérica na WISC-IV, Escala de Inteligência Wechsler para crianças, Quarta Edição; resultados parecidos foram relatados para a Atenção Sustentada e Seletiva, medidas por testes de Bells padrão, conforme mostrado, por exemplo, na Figura 80 do Estudo 2 ⁽³³²⁾. Além disso, tanto os alunos do Estudo 1 quanto do Estudo 2 relataram, subjetivamente, um grau mais elevado de restauração psicológica depois do intervalo em ambiente verde, do que depois de um intervalo em ambiente construído (p. ex., Estudo 1 da Figura 79).

⁽³³²⁾ Ver Amicone *et al.*, 2018, para obter detalhes e resultados completos.

Gráfico com resultados comparativos entre o cinza e o verde do estudo de Amicone *et al.*, 2018

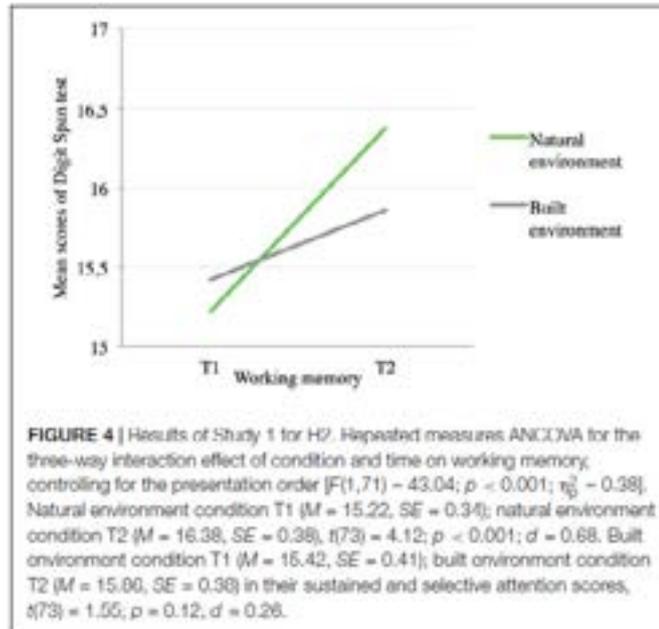


Gráfico comparativo com resultados comparativos entre o cinza e o verde do estudo de Amicone *et al.*, 2018

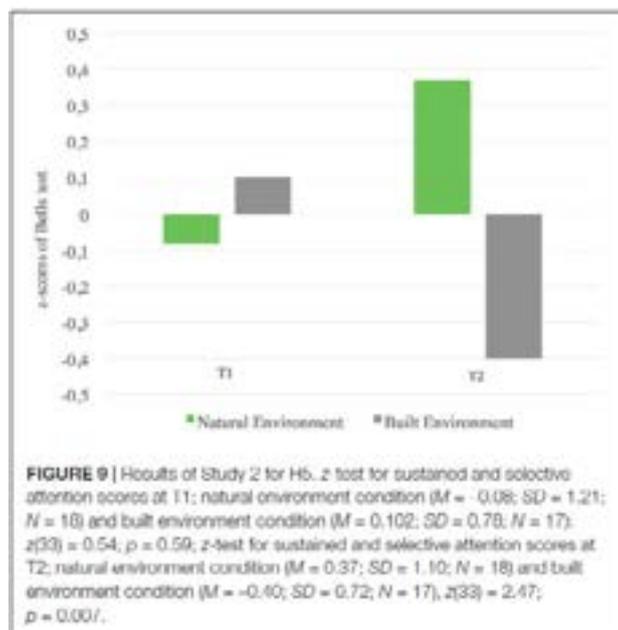
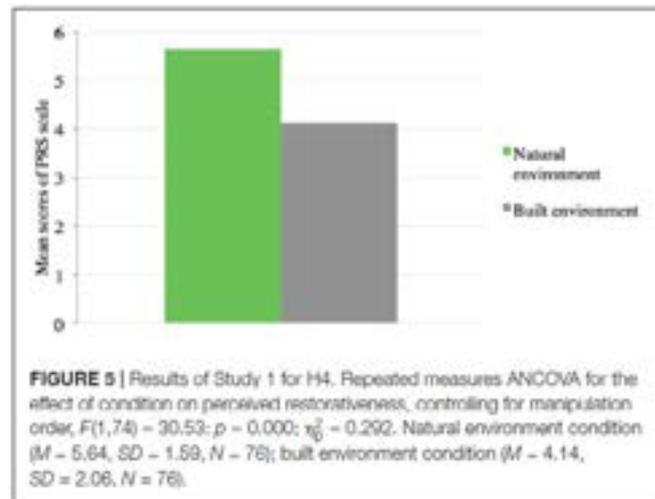


Gráfico comparativo com os resultados comparativos entre o cinza e o verde do estudo de Amicone *et al.*, 2018



Isso significa que o desempenho cognitivo em ambos os estudos se recupera depois de um intervalo em pátios escolares verdes, ou seja, pátios que são preenchidos principalmente de características naturais (grama, arbustos, árvores). Por outro lado, os alunos que retornam para suas salas depois de passar os 30 minutos de atividade no intervalo em um pátio escolar com estruturas principalmente construídas (concreto e asfalto) não recuperaram suas funções de atenção de maneira significativa. Esse efeito foi constante em uma série de condições para alunos da 4.^a e 5.^a séries, ou seja, independentemente de se o tipo de atividade de recreação era estruturada ou não estruturada, se o intervalo era de manhã ou de tarde, se se tratava de uma amostra de meninas ou de meninos, etc. Somente o pátio escolar com uma SbN (e não um pátio construído padrão) oferece uma boa restauração das funções cognitivas da criança durante o recreio e, conseqüentemente, proporciona aos alunos um nível melhorado das funções de atenção para que retornem à sala de aula para lidarem com as próximas tarefas de aprendizado, bem como permitindo que os alunos percebam a recuperação de sua condição psicológica.

Esse estudo de caso exemplifica de que maneira as diretrizes com base em evidências — tanto sobre *design* quanto sobre gestão — podem assim ser originadas de pesquisas ambientais e sociopsicológicas, detalhando de que maneira uma certa SbN pode ser implantada em um local específico; depois, de que maneira ela pode ser envolvida pelas atividades diárias dos usuários locais para melhorar resultados específicos de uma determinada transação entre pessoas-locais: ou seja, no estudo de caso apresentado, o desempenho cognitivo e a recuperação psicológica dos alunos da escola primária. Uma solução boa como essa precisa, pelo menos, de uma prática informada com base em evidências tanto em termos de *design* quanto de gestão: primeiramente, planejando-se e equipando-se as instalações escolares com recursos naturais que possam ser usados em pátios escolares e, em segundo lugar, fazendo com que os professores e a equipe escolar sejam bem informados, treinados e motivados com a oportunidade de conduzir intervalos verdes e não construídos, durante o recreio.

Referências bibliográficas

Amicone, G.; Petruccelli, I.; De Dominicis, S.; Gherardini, A.; Costantino, V.; Perucchini, P.; Bonaiuto, M. (2018). Green breaks: The restorative effect of the school environment's green areas on children's cognitive performance. *Frontiers in Psychology*, 9:1579. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01579.

BERRY, W. (1977). *The unsettling of America: culture & agriculture*. San Francisco, Sierra Club Books. MLA (7th ed.).

Bilotta, E.; Vaid, U. & Evans, G.W. (2019). Environmental stress. In L. Steg & J.I.M. de Groot (Eds.), *Environmental psychology* 2nd ed. (pp. 36-44). London: Wiley.

Bonaiuto, M.; Aiello, A.; Perugini, M.; Bonnes, M. & Ercolani, A.P. (1999). Multidimensional perception of residential environment quality and neighbourhood attachment in the urban environment. *Journal of Environmental Psychology*, 19, 331–352. DOI 10.1006/jevp.1999.0138

Bonaiuto, M. & Ariccio, S. (in preparation). Social resilience. Research Report.

Bonaiuto M.; Mao Y.; Roberts S.; Psalti A.; Ariccio S.; Ganucci Cancellieri, U.; Csikszentmihalyi, M. (2016). Optimal Experience and Personal Growth: Flow and the Consolidation of Place Identity. *Frontiers in Psychology*, 7: 1654. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01654

Bowler, D. E.; Buyung-Ali, L. M.; Knight, T. M. & Pullin, S. (2010). A systematic review of evidence for the added benefits of health and exposure to natural environments. *BMC Public Health*, 10, 456.

Bratman, G.N.; Anderson, C.B.; Berman, M.G.; Cochran, B.; de Vries, S.; Flanders, J.; Folke, C.; Frumkin, H.; Gross, J.J.; Hartig, T.; Kahn Jr.; P.H. Kuo, M.; Lawler, J.J.; Levin, P.S.; Lindahl, T.; Meyer-Lindenberg Bratman, G. *et al.* (2019). Daily, Nature and mental health: An ecosystem service perspective. *Science Advances*, 5, eaax0903.

de Bell, S.; Graham, H.; Jarvis, S.; White, P. (2017). The importance of nature in mediating social and psychological benefits associated with visits to freshwater blue space. *Landsc. Urban Plan.* 167, 118–127.

Garrett, J.K.; White, M.P.; Huang, J.; Ng, S.; Hui, Z.; Lueng, C.; Tse, L.A.; Fung, F.; Elliott, L.R.; Depledge, M.H. & Wong, M.C.S. (2019). Urban blue space and health and well-being in Hong Kong: Results from a survey of older adults. *Health and Place* 55 100–110.

Gascon, M.; Zijlema, W.; Vert, C.; White, M.P.; Nieuwenhuijsen, M.J. (2017). Outdoor blue spaces, human health and well-being: a systematic review of quantitative studies. *Int.J. Hyg. Environ. Health*.

Grellier, J.; White, M.P.; Albin, M.; Bell, S.; Elliott, L.R.; Gascón, M.; Gualdi, S.; Mancini, L.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Sarigiannis, D.A.; van den Bosch, M.; Wolf, T.; Wuijts, S.; Fleming, L.E. (2017). BlueHealth: a study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ Open* 7, e016188

Hartig, T. (2004). Restorative environments. In *Encyclopaedia of Applied Psychology*, Vol. 3, ed. C. Spielberger (Oxford: Academia), 273–279. doi: 10.1016/B0-12-657410-3/00821-7

Hartig, T.; Johansson, G. & Kylin C. (2003). Residence in the social ecology of stress and restoration. *J. Soc.Iss.* 59:611–36

Hartig, T.; Mitchell, R.; de Vries, S.; Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annu. Rev. Public Health* 35 (1), 207–228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>

Hartig, T. & Staats, H. (2006). The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of Environmental Psychology*, 26, 215e226.

Herzog, C. & Rozado, C.A. (2019). The EU — Brazil Sector Dialogue on nature-based solutions: contribution to a Brazilian roadmap on nature-based solutions for resilient cities (eds. Freitas, T., Wiedman, G.; Enfedaque, J.). Brussels: European Commission.

Hipp, J.; Ogunseitan, O. (2011). Effect of environmental conditions on perceived psychological restorativeness of coastal parks. *Journal of Environmental Psychology* 31, 421–429.

Kaplan, R. & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological perspective*. New York, NY: University Press.

Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: towards an integrative framework. *J. Environ. Psychol.* 15, 169–182. doi: 10.1016/0272-4944(95)90001-2

Kaźmierczak A. (2013). The contribution of local parks to neighbourhood social ties. *Landsc. Urban Plann.* 109:31–44

Leung, T.M.; Xu, J.M.; Chau, C.K.; Tang, S.K.; Pun-Cheng, L.S.C. (2017). The effects of neighborhood views containing multiple environmental features on road traffic noise perception at dwellings. *J. Acoust. Soc. Am.* 141, 2399–2407.

Markevych, I.; Schoierer, J.; Hartig, T.; Chudnovsky, A.; Hystad, P.; Dzhambov, A.M.; de Vries, S.; Triguero-Mash, M.; Brauer, M.; Nieuwenhuijsen, M.J.; Lupp, G.; Richardson, E.A.; Astell-Burt, T.; Dimitrova, D.; Feng, X.; Sadeh, M.; Standl, M.; Heinrich, J.; Fuertes, E. (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*, 158, 301–317.

Nisbet, E. K. & Zelenski, J. M. (2011). Underestimating nearby nature: Affective forecasting errors obscure the happy path to sustainability. *Psychological Science*, 22, 1101–1106. doi:10.1177/0956797611418527.

Nutsford, D.; Pearson, A. L.; Kingham, S. & Reitsma, F. (2016). Residential exposure to visible blue space (but not green space) associated with lower psychological distress in a capital city. *Health Place* 39, 70–78.

Pasanen, TP; White, MP; Wheeler, BW; Garrett, J.K. & Elliott, L.R. (2019). Neighbourhood blue space, health and well-being: The mediating role of different types of physical activity. *Environment International* 131, 105016.

Russell, K. C. (2012). «Therapeutic uses of nature», in *The Oxford handbook of Environmental and Conservation Psychology*, ed. S. Clayton (New York, NY: Oxford University Press), 428–444. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0015.

Staats, H. (2012). «Restorative environments», in *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology*, ed. S. Clayton (New York, NY: Oxford University Press), 445–458.

Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In I. Altman & J. F. Wohlwill (Eds.), *Behavior and the natural environment* (pp. 85–125). New York, NY: Plenum Press.

United Nations (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. New York, p. 493.

Venhoeven, L.; Taufik, D.; Steg, L.; Bonaiuto, M.; Bonnes, M.; Ariccio, S.; De Dominicis, S.; Scopelliti, M.; van den Bosch, M.; Piff, P.; Zhang, J.W. & Keltner, D. (2018) The role of nature and environment in behavioural medicine. In W. Bird & M. van den Bosch (Eds). *Nature and Public Health: The Role of Nature in Improving the Health of a Population*. Oxford: Oxford University Press (p. 89–94). ISBN: 9780198725916.

Wang, X.X.; Rodiek, S.; Wu, C.Z.; Chen, Y.; Li, Y.X. (2016). Stress recovery and restorative effects of viewing different urban park scenes in Shanghai, China. *Urban For. Urban Green.* 15, 112–122.

Weinstein, N.; Balmford, A.; DeHaan, C. R.; Gladwell, V.; Bradbury, R. B. & Amano, T. (2015). Seeing community for the trees: The links among contact with natural environments, community cohesion, and crime. *Bioscience*, 65, 1141–1153. doi:10.1093/biosci/biv151

WHO Mental Health: Strengthening Our Response. Disponível em <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>. Acesso em 10.10.2019.

Wyles, K. J.; Pahl, S.; Thomas, K. & Thompson, R. C. (2016). Factors that can undermine the psychological benefits of coastal environments: Exploring the effect of tidal state, presence, and type of litter. *Environment and Behavior*, 48, 1095–1126. doi:10.1177/0013916515592177.

Wyles, K. J.; White, M.P.; Hattam, C.; Pahl, S.; King, H. & Austen, M. (2019). Are Some Natural Environments More Psychologically Beneficial Than Others? The Importance of Type and Quality on Connectedness to Nature and Psychological Restoration. *Environment and Behavior*, Vol. 51(2) 111–143.

7.2. CIDADES FELIZES: NATUREZA E BEM-ESTAR

Diego Burger Araujo Santos, Rafael Ruschel

Mensagens principais

- Existem métricas e índices mais importantes para a avaliação do desenvolvimento das nações do que o Produto Interno Bruto (PIB). Ao mudarmos os parâmetros de avaliação para índices que se relacionam à felicidade e à qualidade de vida dos indivíduos, podemos ter noção das ações que realmente impactam na vida das pessoas.
- Uma série de fatores estão relacionados à felicidade e ao bem-estar nas cidades, como: desenho urbano, natureza, mobilidade, sustentabilidade e cooperação, confiança, acessibilidade e senso de pertencimento.
- O contato com a natureza influencia o bem-estar e a felicidade: o nível de vegetação urbana e a presença de corpos d'água, por exemplo, estão relacionados a uma série de benefícios para as pessoas em termos de bem-estar e também para a sociedade, com o aumento da cooperatividade e comportamento pró-social dos indivíduos.

Nossa sociedade está passando por mudanças profundas: uma delas é a priorização do bem-estar em diferentes esferas. Vivemos o melhor momento da nossa história e, embora o progresso seja lento aos nossos olhos, ele é muito veloz em termos históricos. Como humanidade, reduzimos drasticamente a mortalidade infantil e a fome e tivemos grandes aumentos de expectativa de vida nos últimos 30 anos ⁽³³³⁾. Isso não quer dizer que podemos relaxar, pelo contrário, deve servir de motivação para compreendermos nossos erros e acertos. Este é um momento desafiador devido às rápidas mudanças climáticas e desastres ambientais catastróficos ⁽³³⁴⁾. Além disso, o crescimento do PIB anualmente e uma estabilidade nos índices de felicidade principalmente em países desenvolvidos aliados a um aumento de depressão e ansiedade nos EUA nos fazem questionar se índices econômicos são a melhor maneira de mensurar o progresso das nações ⁽³³⁵⁾.

A felicidade já foi vista como algo muito subjetivo para ser estudado cientificamente, embora seja clara a nossa orientação para ela como espécie. Temos uma tendência natural de agirmos conforme o que acreditamos que nos trará mais felicidade e menos dor. Entretanto, evoluímos rapidamente e o nosso cérebro mantém percepções que não condizem com o nosso tempo e podem facilmente nos enganar. Temos uma dificuldade natural para prever o que nos trará felicidade ⁽³³⁶⁾. O anseio para entender isto gerou uma vasta quantidade de conhecimento científico. Em 1998, Martin Seligman, então presidente da Associação Americana de Psicologia, começou o movimento que deu origem à Psicologia Positiva. Pela primeira vez, um campo da psicologia iria se dedicar a estudar a felicidade, as experiências agradáveis e o potencial humano. Hoje, um dos termos mais utilizados para mensurar a felicidade se chama bem-estar subjetivo (BES), que se refere, resumidamente, ao quanto estamos satisfeitos com nossas vidas. A felicidade é frequentemente confundida com sentimentos passageiros como alegria e prazer. Essa interpretação errônea pode contribuir para uma vida infeliz e desequilibrada. Correr atrás do prazer momentâneo (hedonismo) pode ter efeito contrário na felicidade e afastar do bem-estar duradouro ⁽³³⁷⁾.

Felizmente, a discussão para uma vida mais feliz excedeu o âmbito individual e hoje é um tema emergente em esferas como negócios e trabalho, políticas públicas e educação. O Butão é um exemplo frequentemente citado pela mídia como referência em políticas públicas para o bem-estar. Os butaneses colocaram em prática um sistema, em teoria, facilmente endossável e lógico. Uma premissa que vem desde o antigo Código Civil do Butão de 1629, que afirma: «Se o governo não pode criar felicidade para o seu povo, então não há nenhum propósito para o governo existir ⁽³³⁸⁾.» O país ficou célebre com a criação de uma métrica chamada Felicidade Interna Bruta

⁽³³³⁾ Pinker, 2018.

⁽³³⁴⁾ Al Gore, 2006.

⁽³³⁵⁾ Helliwell, Layard e Sachs, 2019.

⁽³³⁶⁾ Gilbert, 2009.

⁽³³⁷⁾ Seligman, 2002.

⁽³³⁸⁾ GNH Centre Bhutan, 2019.

(FIB), usada para informar tomadas de decisões em detrimento do PIB (utilizado pelo restante do mundo). O FIB não é contrário ao PIB — na maioria dos casos, aumentar o PIB quer dizer aumentar o FIB, embora nem sempre, como em casos de concentração de riquezas nas mãos de alguns em detrimento da renda de muitos (o bem-estar de todos vale o mesmo) e destruição do meio ambiente (a longo prazo causa diminuição do bem-estar). Para garantir a aplicação do conceito, o Butão criou a Comissão do FIB (CFIB). A CFIB é responsável por avaliar cada lei ou política antes de ser aplicada, para verificar se essa mudança aumentará o bem-estar da população ou não. Ela é responsável pela distribuição do dinheiro federal a partir de uma Fórmula de Alocação de Recursos (FAR) ⁽³³⁹⁾. Ela também indica qual estado tem maior necessidade em qual área (p. ex., educação, segurança) e aloca maior quantidade de recursos para isso, enquanto o que tem menor necessidade recebe menor quantia. Além destes conceitos fascinantes, essa abordagem holística foi capaz de gerar para o país a garantia de que 60 % do território permanecerá sob proteção ambiental, segundo previsão na constituição ⁽³⁴⁰⁾. Hoje em dia, 71 % do território do Butão está com a vegetação intocada, tornando-o um exemplo de preservação ambiental ⁽³⁴¹⁾. Apesar de suas políticas, o país está longe de ser o mais feliz do mundo: está no 97.º lugar do Relatório Mundial de Felicidade ⁽³⁴²⁾ e no 106.º lugar em PIB *per capita* ⁽³⁴³⁾, influência da abertura tardia de suas fronteiras econômicas e turísticas em 1961 ⁽³⁴⁴⁾ e inúmeros outros fatores culturais. Apesar disso, priorizando o bem-estar da população, o país foi capaz de promover saúde pública e educação pública em nível superior.

Ao discutirmos políticas públicas para a felicidade e o bem-estar, temos de pensar em que métricas serão usadas para isso. Para este propósito, o usual PIB é um indicador limitado. Alguns índices endossados pela ONU com maior relação com o bem-estar das nações são: Relatório Mundial de Felicidade ⁽³⁴⁵⁾, Índice de Desenvolvimento Humano ⁽³⁴⁶⁾, Índice de Desempenho Ambiental ⁽³⁴⁷⁾, Expectativa de Vida ⁽³⁴⁸⁾, Índice de Percepção da Corrupção ⁽³⁴⁹⁾ e o Índice de Democracia ⁽³⁵⁰⁾. Ao somarmos as posições dos 20 primeiros países nas últimas edições dos seis *rankings*, temos um escore ilustrativo que indica os países mais bem colocados de maneira geral:

1 — Suíça	11 — Canadá
2 — Suécia	12 — Luxemburgo
3 — Noruega	13 — Alemanha
4 — Islândia	14 — Reino Unido
5 — Dinamarca	15 — França
6 — Finlândia	16 — Israel
7 — Austrália	17 — Japão
8 — Nova Zelândia	18 — Estados Unidos
9 — Holanda	19 — Espanha
10 — Irlanda	20 — Cingapura

Medir o que se almeja de forma clara e científica é uma das melhores formas de se fazer políticas públicas. Para isso, devemos deixar de lado opiniões baseadas no «achismo» e nos mover para métricas quantitativas, que buscam ser holísticas e abrangentes e mensuram o que realmente importa para as pessoas. A importância destes dados é nos ajudar a compreender a direção para onde devemos caminhar. Observamos que pilares importantes para políticas públicas são segurança e justiça, saúde, educação e meio ambiente, por exemplo.

⁽³³⁹⁾ GNH Commission, 2019.

⁽³⁴⁰⁾ Tobgye, 2015.

⁽³⁴¹⁾ BBS, 2017.

⁽³⁴²⁾ Helliwell, Layard e Sachs, 2019.

⁽³⁴³⁾ World Bank, 2017.

⁽³⁴⁴⁾ Royal Bhutanese Embassy, 2016.

⁽³⁴⁵⁾ Helliwell, Layard e Sachs, 2019.

⁽³⁴⁶⁾ Human Development Index, 2019.

⁽³⁴⁷⁾ Environmental Performance Index, 2019.

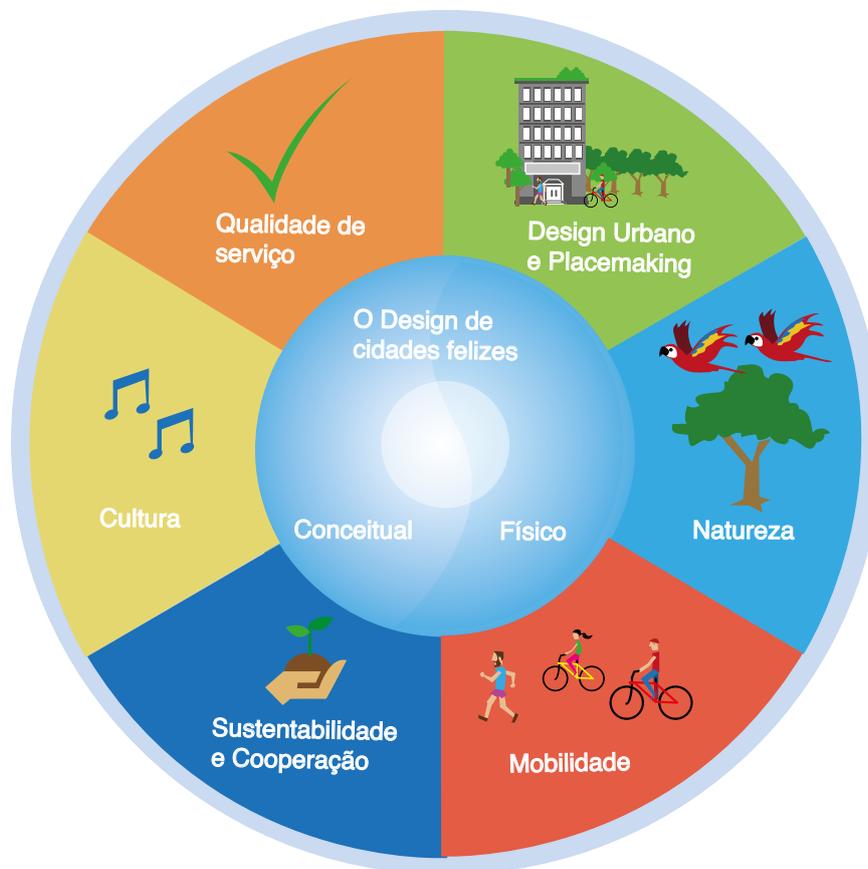
⁽³⁴⁸⁾ World Health Organization, 2019.

⁽³⁴⁹⁾ Corruption Perceptions Index, 2019.

⁽³⁵⁰⁾ The Economist Intelligence Unit, 2019.

Com os resultados dos *rankings* em mente, questionamos: como podemos construir cidades onde as pessoas conversem mais, caminhem e façam atividades físicas, usem parques e espaços públicos? Com foco na vida em sociedade nas grandes metrópoles, os especialistas em felicidade nas cidades ⁽³⁵¹⁾ sugerem, em uma recente publicação envolvendo a comunidade global, ferramentas práticas para promover a felicidade da população de forma socialmente inteligente, mantendo a eficiência e a sustentabilidade. Eles enfatizam dois conjuntos de temas relevantes para o processo: o primeiro trata da associação da felicidade com o desenho de uma cidade — em termos físicos, processuais e de fluxo (Figura 81); o segundo refere-se aos facilitadores da felicidade nas cidades, que estão frequentemente associados aos resultados de ações e políticas (Figura 82).

Figura 78 — Desenhando cidades felizes: intervenções tangíveis e orientadas para a ação; físicas e conceituais (fonte: Global Happiness Council, 2019)



⁽³⁵¹⁾ Global Happiness Council, 2019.

1. Desenho Urbano e *Placemaking*: planejamento urbano, espaços e lugares conectados.
2. Natureza: o contato com a natureza, incluindo espaços verdes e azuis, influencia positivamente o bem-estar.
3. Mobilidade: as artérias de fluxo de pessoas de uma cidade são críticas para seu valor.
4. Sustentabilidade e cooperação: levando à mudança sustentável e bem-estar aumentado.
5. Cultura: trazendo um valioso senso de autenticidade e sentido para a cidade em si.
6. Qualidade de serviço: fazendo serviços genuinamente centrados no cidadão mais fáceis e acessíveis.

Figura 79 — Facilitadores de cidades felizes: resultados de políticas intangíveis; requerem engajamento ativo ou percebidos passivamente (*fonte: Global Happiness Council, 2019*)



1. Confiança: um aspecto central do bem-estar, pode ser conquistada por engajamento e transparência.
2. Segurança: uma necessidade fundamental que é requisito básico para o bem-estar.
3. Acessibilidade: a falta de habitação acessível é um grande detrator de felicidade.
4. Tolerância e inclusão: inclusão e tolerância econômica e social para com os outros têm um valor positivo em termos econômicos e de bem-estar, além de éticos.

5. Saúde e equilíbrio de vida: uma visão holística da vida e das atividades urbanas promovendo equilíbrio e saúde física e mental.

6. Sociabilidade: pessoas precisam de pessoas e de maneiras de melhorar suas relações.

7. Economia e habilidades: um motivo primário pelo qual as pessoas se mudam para cidades é a oportunidade econômica, incluindo educação e aprendizado contínuo.

8. Sentido e pertencimento: as pessoas precisam de um senso de sentido e coerência em suas vidas, incluindo um senso de propósito e pertencimento.

Em um estudo com 44 cidades americanas, a porcentagem de área na cidade coberta por parques públicos foi um dos maiores preditores de bem-estar ⁽³⁵²⁾. Uma intervenção transitória de implementação de área verde na cidade de Aarhus na Dinamarca reduziu drasticamente o crime no local ⁽³⁵³⁾. Inúmeras intervenções urbanas e estudos científicos têm apontado para a exposição à natureza como fator contribuinte para o bem-estar dos indivíduos e de comunidades. Estas diretrizes e evidências apontam para ações tangíveis como a descrita a seguir.

Figura 80 — Escola da Floresta no Canadá (créditos: Heather Wilson, The Child and Nature Alliance of Canada)



Estudo de caso — Programa Escola da Floresta, Canadá

Pesquisadores da Universidade de Carleton, no Canadá, conduziram uma investigação preliminar sobre os benefícios psicológicos e sociais da exposição à natureza para crianças. O grupo experimental passou quatro horas em uma expedição florestal enquanto outro grupo visitou um museu espacial e de aviação. Os resultados indicam que a intervenção trouxe mais emoções positivas, maior predisposição para proteger a natureza e comportamento pró-social. Experimentos com adultos também sugerem uma influência de relação com a natureza na pró-socialidade ⁽³⁵⁴⁾.

Conclusão

Como criaremos cidades que sejam inteligentes socialmente e estejam equilibradas com o meio ambiente, filtrando água, reciclando o lixo, usando energias renováveis e promovendo qualidade de vida é uma das

⁽³⁵²⁾ Larson, Jennings, & Cloutier, 2016.

⁽³⁵³⁾ Franco, 2016.

⁽³⁵⁴⁾ Dopko, Capaldi e Zelenksi, 2019.

perguntas para o futuro. As SbN são um passo importante neste caminho onde poderemos juntar o melhor da ciência disponível em prol de uma vida em equilíbrio com a natureza, para que o bem-estar seja prioridade no presente e para futuras gerações.

Referências bibliográficas

BBS (2017). Disponível em <http://www.bbs.bt/news?p=67069>

Corruption Perceptions Index (2018). Disponível em <https://www.transparency.org/cpi2018>

Council, G. H. (2019). Global happiness and wellbeing policy report 2019. Dopko, R. L., Capaldi, C. A., & Zelenski, J. M. (2019). The psychological and social benefits of a nature experience for children: A preliminary investigation. *Journal of Environmental Psychology*, 63, 134-138.

Environmental Performance Index (2018). Environmental performance index. Yale University and Columbia University: New Haven, CT, USA.

Franco, J. T. (2016). How Schønherr is Transforming Aarhus with Experimental Urban Interventions. Disponível em <https://www.archdaily.com/781124/temporarily-changing-the-city-experimental-urban-spaces-in-aarhus-denmark>

Gilbert, D. (2009). *Stumbling on happiness*. Vintage Canada.

GNH Centre Buthan (2019). Disponível em www.gnhcentrebhutan.org/what-is-gnh/history-of-gnh/

Gore, A. (2006). *An inconvenient truth: The planetary emergency of global warming and what we can do about it*. Rodale.

Gross National Happiness Commission (2019). Comunicação pessoal.

Helliwell, J. F.; Layard, R. & Sachs, J. D. (2019). *World Happiness Report 2019*. New York: Sustainable Development Solutions Network.

Human Development Indices and Indicators (2019). Disponível em <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-indices-indicators-2018-statistical-update>

Larson, L. R.; Jennings, V. & Cloutier, S. A. (2016). Public parks and wellbeing in urban areas of the United States. *PLoS One*, 11(4), e0153211.

Pinker, S. (2018). *Enlightenment now: The case for reason, science, humanism, and progress*. Penguin.

Royal Bhutanese Embassy (2019). Disponível em https://www.mfa.gov.bt/rbedelhi/?page_id=30

Seligman, M. E. (2002). *Felicidade autêntica*. Editora Objetiva.

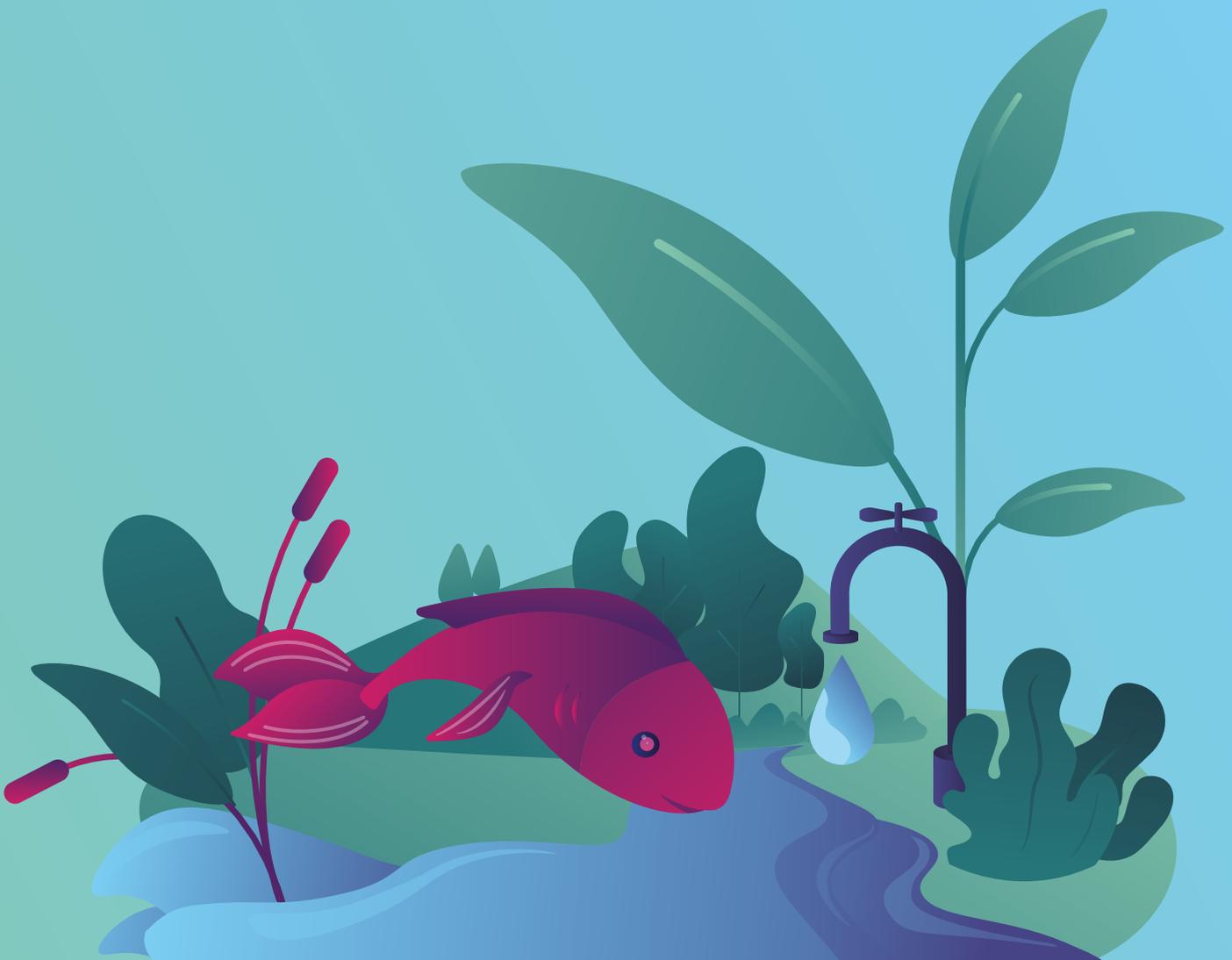
The Economist Intelligence Unit (2019). *Democracy Index 2018: Me too? Political participation, protest and democracy*.

Tobgye, L. S. (2015). *The constitution of Bhutan: Principles and philosophies*. Thimphu, Bhutan: Bhutan National Legal Institute.

World Bank (2019). Disponível em https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?year_high_desc=true

World Health Organization (2019). Disponível em www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2016/Annex_B/en/

**Acelerando a Transição
com Soluções Baseadas
na Natureza:**
Conhecimento e Visão
para Cidades Sustentáveis



8. ACELERANDO A TRANSIÇÃO COM SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: CONHECIMENTO E VISÃO PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

8.1. CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO GLOBAL DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Carmen Antuña Rozado, Iñigo Bilbao Ubillos

Mensagens principais

- A expectativa é a de que o recém-anunciado Novo Pacto Verde Europeu ofereça uma estrutura de apoio para o desenvolvimento e implementação de SbN que contribuam com a neutralidade climática e para a preservação do capital natural da Europa.
- Os conhecimentos obtidos com exemplos bem-sucedidos de implantações de SbN na UE (veja o caso de Vitoria-Gasteiz descrito mais adiante), combinados aos avanços feitos em outras áreas intimamente relacionadas (biodiversidade, serviços ecossistêmicos, desenvolvimento urbano sustentável, etc.) e a experiência adquirida em relação à adaptação local por meio de numerosos projetos fora da UE podem proporcionar inspiração para o projeto e implementação de SbN em outros contextos similares pelo mundo.
- A fertilização cruzada com outras disciplinas — como por exemplo, Inovação Frugal — pode ajudar a desenvolver soluções em ambientes com recursos limitados, ao mesmo tempo que se beneficiam dos possíveis efeitos sinérgicos para criar impactos maiores.

A contribuição da UE: a abordagem das SbN

Não obstante investimentos consideráveis feitos no passado para se tornar líder em inovação com a natureza e para desenvolver uma economia mais ecológica ⁽³⁵⁵⁾, a UE deseja ir ainda mais longe. As Orientações Políticas para a Próxima Comissão Europeia, apresentadas pela então candidata, hoje Presidente eleita, Ursula Von der Leyen, sob o título «Uma União mais ambiciosa. O meu programa para a Europa ⁽³⁵⁶⁾», incluem seis aspirações ambiciosas a serem realizadas nos próximos cinco anos e depois disso. Entre elas, um Pacto Ecológico Europeu, um plano ousado para permitir a transição para um continente neutro em termos de clima. Esse plano prevê uma série de instrumentos para a sua realização, incluindo um Fundo para uma Transição Justa ou um Pacto Europeu para o Clima, assim como uma nova estratégia para o financiamento ecológico e um Plano de Investimento do Pacto Ecológico Europeu que irão apoiar investimentos na casa de € 1 trilhão em toda a UE na próxima década.

Além disso, essa ampla visão pretende desenvolver uma Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030 e de uma Estratégia «do prado ao prato» para apoiar os agricultores europeus e assegurar uma produção alimentar sustentável na UE. Da mesma forma, o plano contempla o desenvolvimento de um Novo Plano de Ação da UE para a economia circular, visando especialmente setores com uso intensivo de recursos como o setor da construção e o têxtil, ou o aprimoramento da legislação europeia para lidar com a ameaça representada pelos microplásticos.

Mesmo se ainda houver muitas incertezas quanto ao conteúdo específico e o escopo do Pacto Ecológico Europeu previsto, bem como se ele será capaz de reunir o apoio necessário em todos os países da UE, o Pacto marca o início de uma nova fase para a UE, em seu compromisso para com um desenvolvimento verdadeiramente sustentável para todos. Nesse contexto, é enorme o potencial de as SbN contribuírem em todas as esferas

⁽³⁵⁵⁾ <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>

⁽³⁵⁶⁾ https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/political-guidelines-next-commission_en.pdf

(urbana, periurbana e rural) não apenas para a neutralidade climática, mas também para a preservação do capital natural da Europa, com benefícios múltiplos para todos os *stakeholders*. Além disso, durante a Conferência da ONU sobre o Clima (COP25), a Sra. Von der Leyen anunciou a preparação da primeira Lei Europeia do Clima para «tornar a transição para a neutralidade climática irreversível».

Em paralelo, o Horizonte Europa ⁽³⁵⁷⁾ é o programa de pesquisa e quadro de inovação que sucede o Horizonte 2020. A estrutura preliminar divulgada se apoia sobre três pilares, ou seja, a Excelência Científica (Pilar 1), Desafios Globais e a Competitividade Industrial Europeia (Pilar 2) e Europa Inovadora (Pilar 3). Na prática, o Pilar 2 irá estimular a criação de agrupamentos em torno de desafios-chave como «Clima, Energia e Mobilidade» ou «Alimento, Bioeconomia, Recursos naturais, Agricultura e Meio Ambiente», ambos estreitamente relacionados às SbN, o que, novamente, se revela uma oportunidade para se avançar no conhecimento, na prática e na geração de um impacto mais amplo.

Nesse processo de apoio à implantação das SbN além da União Europeia, há muitos exemplos de projetos de SbN Europeias de sucesso que podem servir de inspiração [para mais informações sobre estudos de caso de cidades relevantes, consulte a plataforma OPPLA ⁽³⁵⁸⁾], como o caso de Vitoria-Gasteiz, na Espanha, descrito na caixa de texto abaixo. O caminho seguido pela cidade e as soluções adotadas podem ser replicados e adaptados ao contexto de outros locais do mundo.

O desenvolvimento de sinergias e a ampliação de conhecimentos

Se, por um lado, o caminho futuro para a política e a pesquisa parece promissor para o desenvolvimento das SbN, esse campo de prática também pode beneficiar-se dos avanços feitos até o momento em outras áreas estreitamente relacionadas (p. ex., serviços de biodiversidade e ecossistema, desenvolvimento urbano sustentável, etc.). Ao combinar ambos, a UE poderá conseguir acelerar a compreensão sobre as SbN, não somente dentro de suas fronteiras, mas também fora delas, especialmente quando se utilizar a experiência acumulada por muitas organizações da UE, através de uma série de projetos relevantes, na adaptação local aos diferentes contextos mundiais de soluções e processos tecnológicos originados na Europa.

Apenas a título de exemplo, as metodologias específicas, os processos de facilitação e as habilidades desenvolvidos pelo VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. em vários projetos de cidades ecológicas e inteligentes e de atividades na África e na América Latina poderiam oferecer inspiração para o *design* e a implantação das SbN e não somente no Hemisfério Sul, mas também em outros contextos com condições comuns. Mais concretamente, a recém-concluída «Avaliação de Sustentabilidade da Cidade Inteligente de Nabta (NST) e as Ações para Melhoria» foi financiada pelo Fundo 10YFP ⁽³⁵⁹⁾ (Programa de Edifícios e Construção Sustentável da One Planet Network), cujo objetivo é assegurar que o Plano Diretor e os edifícios da Universidade de Nabta e as instalações adjacentes sigam os padrões de uma Ecocidade inteligente, adaptada para as condições locais do Egito ⁽³⁶⁰⁾. Por sua vez, o projeto construído com as lições aprendidas com o «Estudo de Viabilidade EcoNBC» é «Transformando a New Borg El Arab em uma Ecocidade» ⁽³⁶¹⁾ — uma «nova» cidade a sudoeste da Alexandria —, é um dos principais resultados de um projeto anterior financiado pelo Ministério das Relações Exteriores da Finlândia, também com foco em New Borg el Arab, uma «nova» cidade a sudoeste da Alexandria. Embora a primeira fase do projeto Cidade Inteligente de Nabta (NST) — que acaba de ser concluída — tenha se concentrado em energia (integração de energias renováveis e eficiência energética), os dois projetos (NST e EcoNBC) incluíram, além da energia, a água e os resíduos como principais pontos de preocupação. Como um acompanhamento, um breve plano preliminar foi elaborado para efetuar avaliações semelhantes dos sistemas de água e resíduos de NST. Em relação à água, as avaliações cobririam aspectos como, por exemplo, a gestão da água potável, a dessalinização, a reciclagem de água de áreas cinza e águas negras para irrigação, soluções inteligentes para a gestão hídrica, SbN para coleta e armazenamento de água,

⁽³⁵⁷⁾ https://ec.europa.eu/info/horizon-europe-next-research-and-innovation-framework-programme_en

⁽³⁵⁸⁾ <https://oppla.eu/>

⁽³⁵⁹⁾ <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/one-planet-network>

⁽³⁶⁰⁾ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/297/1/012002/pdf>

⁽³⁶¹⁾ <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2015/T220.pdf> (acesso em 7.12.2021)

entre outros. Uma abordagem holística de tais questões viabiliza os «efeitos sinérgicos», os quais podem ser até maximizados com a introdução de SbN.

Em última análise, as metodologias acima mencionadas, ou seja, Roteiro, Estudo de viabilidade e a Pesquisa de Energia junto aos Moradores e a Avaliação de Consumo Predial ⁽³⁶²⁾, visando oferecer soluções acessíveis, foram adaptadas às condições locais do Egito. Para esse fim, foi necessário desenvolver métodos eficazes para a coleta e validação de dados, o engajamento de *stakeholders* e a tomada de decisão, ao mesmo tempo que evitando diferentes obstáculos como a indisponibilidade dos dados necessários ou a falta de confiabilidade dos dados existentes. O desenvolvimento de SbN fora da UE pode fazer uso direto dessa experiência, tendo em vista a semelhança entre muitos dos desafios encontrados.

Outras abordagens foram experimentadas por meio de programas de cooperação urbana entre a UE–Países do Terceiro Mundo, tais como o projeto Cidades do Mundo, os Diálogos Setoriais UE-Brasil ou a Cooperação Urbana Internacional (IUC).

Fertilização cruzada com outras disciplinas

Ao olharmos para o futuro das SbN, parece existir potencial para a «fertilização cruzada» com outras disciplinas como, por exemplo, a Inovação Frugal, um conceito que tem suas raízes em economias emergentes, onde os recursos são extremamente limitados. A Inovação Frugal é um termo que cobre um amplo espectro de atividades, de baixo para cima — inovação nas bases (*grassroots innovation*) até atividades corporativas de cima para baixo, realizadas por grandes empresas com o objetivo de atender clientes de segmentos em expansão em mercados emergentes ⁽³⁶³⁾. A ideia por trás da Inovação frugal se fundamentou no fornecimento de soluções de boa qualidade e acessíveis para as pessoas e as empresas que antes não tinham acesso a tais soluções. Dito de modo simples, as Inovações Frugais podem ser criadas alavancando-se a Economia Circular, a Economia Compartilhada, a Inovação Aberta, o Movimento Maker e os modelos de Negócios Inclusivos (veja a Figura 84). Para se beneficiar das inovações frugais, a ênfase deve estar no fornecimento de soluções de boa qualidade que sejam acessíveis, através de:

- *design thinking* (Filosofia do projeto) no nível de produtos e serviços;
- pensamento sistêmico ao nível macro;
- novas formas de *design* e desenvolvimento de produtos;
- aproveitamento das tecnologias modernas para oferecer soluções de baixo custo;
- modelos de negócios inovadores para tornar acessíveis as soluções (por exemplo, produto como um serviço, etc.).

⁽³⁶²⁾ <https://www.mdpi.com/1996-1073/9/8/631>

⁽³⁶³⁾ *Inovação Frugal: Como fazer mais com menos* (Economist Books 2015), de Navi Radjou e Jaideep Prabhu.

Figura 81 — Inovação Frugal como meio de integração de uma série de outras disciplinas/abordagens

De acordo com o relatório «Estudo sobre a inovação frugal e a reengenharia de técnicas tradicionais»⁽³⁶⁴⁾, encomendado pela Direção-Geral de Investigação e Inovação (DG R&I), a União Europeia pode beneficiar-se do apoio ao desenvolvimento de inovações frugais, não apenas em seu próprio território, mas também quando as empresas europeias tentam vender seus produtos em mercados emergentes. Talvez seja necessário nos afastarmos da noção de que os objetivos de desenvolvimento e crescimento em economias emergentes só serão alcançados através da inovação voltada ao abastecimento, Pesquisa e Desenvolvimento intensivos, e inovação intensa em termos de escala e capital. Existe uma tendência crescente e a concentração nos novos modelos de inovação que objetivam não só atender as necessidades das comunidades de baixa renda e marginalizadas, mas também integrá-las aos ODS. A esse respeito, há que se salientar que a Inovação Frugal não é uma palavra código para a terceirização ou preços baixos. Trata-se, antes, de se aprender como inovar com restrições de recursos e transformar as adversidades em oportunidades de crescimento, oferecendo soluções que possam ser chamadas de «excelência acessível.»

As Inovações Frugais e a economia circular dependem do uso de menos recursos e do oferecimento de soluções acessíveis, universalizadas e sustentáveis — seja pelo lado técnico de aspectos como renovação, revenda, remanufatura ou através de modelos de negócio inovadores como o de produto como um serviço, entre outros.

O desafio decorre do fato de que há muito que aprender para fazer com que os legisladores, as empresas e os consumidores entendam, desenvolvam e implantem tais soluções. O caminho para superar os desafios é considerar estratégias e roteiros que precisam ser redesenhados, modelos de negócios que precisam ser alterados, aspectos políticos e até mesmo o financiamento e alguma forma de incentivo que precisam ser acionados para induzir essas mudanças comportamentais. Para uma verdadeira realização dos ODS, o vínculo entre a Inovação Frugal e a economia circular é um aspecto fundamental a se considerar. Um pouco de cautela, porém, é necessário, uma vez que não existe uma «fórmula única que sirva para todos», ou seja, o que funciona na Europa não necessariamente funcionaria na Índia ou no Brasil.

Outros aspectos a se considerar são, por exemplo, onde está a massa crítica em termos de adoção: estaria nas soluções «Business to Business (B2B)» ou nas «Business to Consumer (B2C)»? Está ela nas economias desenvolvidas ou nos mercados emergentes? Que atitudes (*mindset*) no que concerne a cultura, geografia e cliente desempenham um papel? Seria recomendável que as empresas fizessem esse tipo de pesquisa de mercado básica antes de se precipitarem em suas soluções de economia circular.

Junto com as SbN e a economia circular, a Inovação Frugal pode ajudar a repensar sobre como se pode fazer mais com menos e como oferecer produtos e serviços que possam beneficiar mais de 7 bilhões de indivíduos em um mundo com recursos naturais limitados. Uma das possíveis respostas é colocar a *design* verde no centro

⁽³⁶⁴⁾ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/20d6095a-2a44-11e7-ab65-01aa75ed71a1>

da inovação, transformando nossos resíduos em novos recursos e usando as inovações frugais para torná-los acessíveis e universalizados.

Conclusões

Há muitos exemplos sensatos de SbN implantadas com sucesso por cidades da UE e do mundo (como o caso de Vitoria-Gasteiz) que comprovam os seus múltiplos benefícios em comparação com soluções mais convencionais, além de serem universalizadas e menos invasivas quando tratadas sob as perspectivas do *design* e do planejamento integrado. A maioria desses exemplos mostra que, a longo prazo, o compromisso social e político mantido pelas diferentes administrações e condições é um elemento-chave para o sucesso.

A experiência e o conhecimento adquiridos em outros campos relacionados e que resultaram no desenvolvimento de metodologias, ferramentas, habilidades de facilitação, etc. podem ser adaptados e aplicados na implantação das SbN, uma vez que os desafios enfrentados são, muitas vezes, bem parecidos.

Por fim, a fertilização cruzada de ideias — como, por exemplo, as SbN combinadas às soluções circulares e à Inovação Frugal — pode não apenas enriquecer a abordagem atual às SbN, mas também contribuir com a realização dos efeitos sinérgicos — frequentemente explorados de modo insuficiente — e, dessa maneira, melhorar a possibilidade de impactos maiores.

A EXPERIÊNCIA DO CINTURÃO VERDE DE VITORIA-GASTEIZ (ESPANHA)

Ao se observar o mapa do Cinturão Verde ou percorrer os seus parques, parece ser um projeto complexo e unitário. Na verdade, porém, o Cinturão Verde é a solução para alguns problemas ambientais que a cidade de Vitoria-Gasteiz enfrentou anos atrás.

Nos anos 80, a cidade sofreu inundações periódicas que causaram muitos danos, perdeu parte de sua biodiversidade e teve espaços naturais destruídos pela mineração ou pela urbanização. Para resolver esses problemas dramáticos, a administração municipal optou por atuar de modo mais natural, imitando a natureza.

Em vez de usar concreto e quebra-mares, eles ampliaram a capacidade hidrológica ou os rios, projetando áreas temporárias, passagens e pontos de proteção contra inundações.

Eles também recuperaram as terras alagadas de Salburua, que haviam secado no início do século XX e, em apenas cinco anos, tornou-se parte da Convenção de RAMSAR (sobre as Áreas Úmidas de Importância Internacional Especialmente Enquanto *Habitat* de Aves Aquáticas). No caso dos parques de Zabalgana e Armentia, uma política de proteção, um extenso reflorestamento e a recuperação das consequências de antigas minas transformaram esses espaços danificados em dois maravilhosos parques periurbanos.

Por fim, um jardim botânico representando as diferentes florestas europeias, equipado com um banco de germoplasma, foi construído na Dehesa House. Essas cinco áreas foram cuidadosamente conectadas a corredores de biodiversidade, aproveitando pequenos rios ou antigos caminhos tradicionais.

Em 2012, a Comissão Europeia deu à cidade o prêmio de Capital Verde da Europa para destacar esses esforços e servir como um exemplo inspirador para outras cidades.

Para comemorar esse evento, uma campanha popular chamada «Raízes do Futuro» plantou 250 000 árvores (uma para cada cidadão) no Cinturão Verde, com a participação de empresas privadas, associações, clubes esportivos, entre outros.

Essa infraestrutura verde urbana oferece serviços de ecossistema de valor inestimável para a cidade e seus cidadãos, ao mesmo tempo em que cria uma bela transição entre a cidade e a natureza circundante.

O projeto, no entanto, ainda não foi concluído. Atualmente, a cidade está reintroduzindo a natureza por todo o Cinturão Verde Interior (corredores como a Avenida Gasteiz, que liga o sul e o norte do cinturão verde, recuperando um antigo rio subterrâneo).

A cidade também está trabalhando na zona sul para recuperar as pedreiras de cascalho de Lasarte, transformando-as em um novo parque, que funcionará como um regulador natural dos rios do Sul, dessa maneira prevenindo novas inundações.

Este exemplo demonstra que, muito frequentemente, as SbN são mais baratas, menos impactantes e socialmente mais apreciadas do que as soluções convencionais.

Figura 82 — Cinturão Verde (*fonte: Centro de Estudios Ambientales de Victoria-Gasteiz*)



Figura 83 — Recuperação do rio que estava subterrâneo (créditos: Iñigo Bilbao Ubillos)



Figura 84 — Corredor de biodiversidade (créditos: Iñigo Bilbao Ubillos)



8.2. VALORES, IMAGINAÇÃO E A NATUREZA DAS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

David Maddox

Mensagens principais

- As sociedades tomam decisões com base em cálculos políticos, muitas vezes com menos dados do que gostaria. Valores, visão e imaginação — não só da ciência e do conhecimento — são necessários.
- Precisamos criar mosaicos de elementos de planejamento ecológico que sejam mais do que a soma de suas partes, e que integrem as necessidades da natureza e das pessoas.
- Nenhuma SbN existe fora de um contexto social e, portanto, tal solução deve estar cuidadosamente conectada às necessidades e desejos sociais e envolver a todos, não apenas alguns.

O que é a «natureza» de uma coisa, uma entidade — uma pessoa, ou um tipo, ou uma classe? O que é a «natureza» de uma pedra? Um leão? Um ser humano? Um parque? Uma cidade? Geralmente, nossa intenção é captar uma essência, as características fundamentais. Assim, descrevemos, frequentemente em linhas gerais, conceitos como o da «natureza humana»: características como formas de agir, sentir e pensar que vêm naturalmente para as pessoas através de traços genéticos e sociais. Nenhuma métrica é capaz de captar a essência. Às vezes, nós passamos a ideia de «natureza de», em termos aspiracionais. O que queremos ou esperamos que determinada coisa seja?

Na exploração de como projetar cidades melhores, através das lentes das SbN e, em especial, como usar tais ferramentas para criar cidades que sejam igualmente melhores para as pessoas e para a natureza, devemos fazer-nos as seguintes perguntas: O que queremos dizer por «melhor»? O que queremos dizer com «Natureza»? Ainda, o que queremos dizer por «pessoas», especialmente quando a política e a prática frequentemente têm dificuldade de assegurar que incluamos todas as pessoas, e não apenas alguns?

Essas perguntas são importantes para explorar porque as cidades constituem locais distintos, com muitos pontos de vista e *stakeholders*. É provável que haja muitas visões quanto à definição de uma cidade «melhor». Como podemos encaixar as SbN em um diálogo mais amplo de criação de cidades?

Valores

Uma ênfase sobre a natureza das cidades provoca a pergunta: qual é o caráter das cidades na qual queremos viver? Uma visão é necessária, uma que seja criada em torno dos objetivos e seja informada por valores. Visões, objetivos e valores, juntamente com os fatos que os justificam, constituem o alicerce fundamental das cidades com natureza abundante, pelas quais lutamos quando falamos de SbN. Mas nós normalmente tornamos essas conversas estritamente técnicas. Ou seja, frequentemente discutimos as SbN como respostas estritas a algum problema das cidades, como se fossem separados dos muitos problemas das cidades. Com isso, queremos dizer que as cidades são complexos sistemas socioambientais que exigem diálogos ricos e complexos entre os diversos *stakeholders*.

Então, quais são as cidades que desejamos? Certamente, as cidades que queremos são *sustentáveis*, uma vez que precisamos equilibrar o consumo e os recursos para que as cidades possam perdurar no futuro. Elas são *resilientes*, de modo que as nossas cidades ainda existam após os próximos 100 anos de tempestades — atualmente ocorrendo a intervalos de poucos anos. Sabemos que as cidades também devem ser *habitáveis*. A *justiça* deve também ser a chave para nossos ambientes urbanos. Pois, se acreditamos nos benefícios das ações que tomamos para tornar as cidades habitáveis, sustentáveis e resilientes, então também devemos perguntar: quem merece desfrutar desses benefícios?

Precisamos de cidades que reflitam esses quatro aspectos. Podemos imaginar cidades sustentáveis — cidades que possam persistir em termos de equilíbrio energético e ecológico — que, entretanto, são frágeis a choques

e perturbações importantes. Elas não são resilientes. Podemos imaginar cidades resilientes, especialmente as cidades que foram criadas através de obras extraordinárias de infraestrutura cinza — que não são sustentáveis do ponto de vista do consumo de energia, segurança alimentar, economia, ou outros recursos. Podemos imaginar cidades habitáveis que não sejam nem resilientes nem sustentáveis. Ademais, é fácil imaginar cidades resilientes e sustentáveis que não sejam habitáveis ou justas (ou seja, cujos benefícios não são igualmente compartilhados).

Metáforas e medição

Há um ditado conhecido, geralmente atribuído a William Bruce Cameron (1963):

«Seria bom se todos os dados que os sociólogos precisam pudessem ser enumerados, pois assim poderíamos rodá-los em máquinas IBM e criar gráficos, como fazem os economistas. Entretanto, **nem tudo o que pode ser contado conta e nem tudo o que conta pode ser contado.**»

Ainda assim, as pessoas que têm de tomar decisões reais — sobre projetos de cidades, parques, praças e edifícios — almejam e, idealmente, *necessitam* de bases claras para suas decisões; elas precisam de conhecimento que aponte para o curso correto de ação. Em tais contextos, é um grande desafio combinar as aspirações que temos para nossas cidades, a natureza multidimensional das entidades — tão complexa quanto as cidades (e a diversidade dos *stakeholders*), e o conhecimento detalhado (e com frequência estritamente disciplinar) produzido por especialistas técnicos e cientistas ⁽³⁶⁵⁾.

Tais enigmas transformam-se em abundância quando falamos sobre os serviços ecossistêmicos e as SbN. Por que temos tido tanto interesse em encontrar equivalentes monetários para o valor dos serviços biofísicos do ecossistema ⁽³⁶⁶⁾? É assim que fazemos para comparar elementos iguais relativamente a como gastamos as verbas e como fazemos as cidades funcionarem da maneira que precisamos: pelas pessoas, pela natureza, pelas economias e pela beleza. Qual é o volume de água da chuva que a cova de uma árvore consegue coletar e, dessa maneira, impedir a entrada de água excessiva em um sistema de esgoto combinado ⁽³⁶⁷⁾? A água captada pode evitar que as tempestades sobrecarreguem o sistema, fazendo com que o sistema de esgoto seja liberado sem tratamento em um Transbordamento de Esgoto Combinado ou evento de CSO. Mesmo a prevenção de eventos de CSO através de uma SbN está embutida em alguns valores abstratos. Tem seu custo, certamente. Qual é o *valor social* de um rio mais limpo que atravessa a cidade?

Enquanto sociedade, tomamos decisões com base em cálculos complicados e muitas vezes impenetráveis. Tomamos decisões eficazmente com base na intuição informada e em uma matriz de valores subjacentes que são uma mistura de cultura, experiência, política e preferência pessoal. Em uma receita tão confusa, um livro como este tenta criar uma estrutura de conhecimentos para a tomada de decisões. Apresentamos a seguir algumas observações sobre o divisor de águas de uma iniciativa tão importante.

Desafio n.º 1 — Podemos levar os conceitos de resiliência, sustentabilidade, habitabilidade e justiça para além de um *status* metafórico?

Palavras como resiliência, sustentabilidade, habitabilidade e justiça existem muito confortavelmente como metáforas. Todos podem concordar que uma «cidade resiliente» é uma coisa boa. Mas é mais difícil na prática, pois as definições operacionais são realmente sobre escolhas difíceis. Muitas das coisas que poderíamos fazer para criar cidades resilientes envolvem sacrifícios e concessões. Enquanto sociedade, devemos ter clareza quanto a essas concessões e suas respectivas consequências. SbN para quais problemas e para quem? Quem

⁽³⁶⁵⁾ Maddox, D., 2015.

⁽³⁶⁶⁾ <http://www.thenatureofcities.com/2014/03/03/many-believe-that-better-information-on-the-monetary-value-of-ecosystem-services-is-critical-for-getting-cities-to-adopt-more-green-infrastructure-solutions-to-issues-such-as-storm-water-management-h/>

⁽³⁶⁷⁾ http://www.nyc.gov/html/dep/html/stormwater/combined_sewer_overflow.shtml

irá beneficiar-se? Quem pagará? Quem se sacrificará? Estas não são perguntas tão técnicas, mas sociais e políticas ⁽³⁶⁸⁾.

Ao sermos vagos sobre o que queremos dizer com nossas palavras, permitindo que permaneçam como metáforas, evitamos ter de enfrentar o fato de que tais escolhas poderão produzir vencedores e perdedores. Em parte, esse desafio é rico porque cada uma dessas palavras tem muitas definições que variam de acordo com o contexto, as declarações e a comunidade. É por isso que as palavras são tão facilmente legadas ao reino das metáforas.

Desafio n.º 2 — Podemos criar mosaicos de elementos de *design* ecológico que sejam mais do que a soma de suas partes?

Uma valeta não é apenas uma valeta ou, pelo menos, não deveria ser. Quando desafiamos a nós mesmos com SbN, devemos envolver o problema de maneira mais ampla do que apenas, digamos, na gestão de águas pluviais. Uma valeta que absorve águas pluviais (resiliência) e poupa dinheiro em sistemas de esgoto e em recuperação de desastres (sustentabilidade) é também uma oportunidade para melhorar o projeto de vizinhança com benfeitorias ecológicas adicionais (habitabilidade), desde que cada bairro receba tais benefícios (justiça).

Uma classe de elemento de *design* que possa incorporar todos estes quatro valores: resiliência + sustentabilidade + habitabilidade + justiça — são os jardins comunitários e as fazendas urbanas (Figura 85). Eles contribuem para a resiliência de uma cidade às tempestades. Eles produzem alimentos que, de outra forma, não poderiam ser importados de outros lugares. Eles podem ser lugares de beleza, onde as pessoas se reúnem e fortalecem um sentimento de identidade e coesão da comunidade ⁽³⁶⁹⁾.

Figura 85 — Fazenda Brooklyn Grange no topo de um depósito de 1919, na cidade de Long Island, tendo Manhattan no horizonte. Esta fazenda comercial produz milhares de quilos de alimentos orgânicos anualmente e organiza eventos e passeios turísticos (créditos: David Maddox)



⁽³⁶⁸⁾ Maddox, D., 2015.

⁽³⁶⁹⁾ Campbell *et al.*, 2016.

Parques lineares são um segundo exemplo de tal infraestrutura «mista» que oferece benefícios em vários níveis para vários *stakeholders*. Um elemento-chave dos parques lineares vem da sua forma. Trata-se de infraestruturas alongadas e relativamente estreitas que oferecem benefícios para mais pessoas, precisamente por causa de sua geometria — eles têm mais margem por área de unidade e, assim, mais pessoas moram próximas e se beneficiam deles ⁽³⁷⁰⁾.

Nem todo tipo de infraestrutura ou projeto funciona em todos os níveis. Porém, as áreas — bairros ou bacias hidrográficas, entre outras — devem ter projetos diversos que se somem a todas essas funções. Este é o domínio do planejamento, com a qual os profissionais e cientistas de Sbn se devem engajar. Todo bairro (justiça) deve ser planejado com todos os elementos de resiliência + sustentabilidade + habitabilidade: jardins, parques, árvores nas ruas, valetas, ruas tranquilas (para caminhadas) e assim por diante (Figura 86).

Figura 86 — Parque Tanner Springs, no centro de Portland, Oregon, EUA. Ele serve como uma infraestrutura para gerenciamento de águas pluviais, mas também como um parque para a vida selvagem e para pessoas, e seu projeto lembra o passado industrial do local (créditos: David Maddox)



Desafio n.º 3 — Podemos contribuir para a ecologização que envolve as pessoas com o local em que vivem?

O envolvimento é fundamental em todos os níveis. Árvores de rua, por toda parte, têm um conjunto conhecido de benefícios biofísicos. Mas um grande benefício de projetos com plantio de árvores associado, tais como o projeto Million Trees NYC e outros projetos nas cidades — talvez inesperados pelos criadores originais desses programas — poderia ser a criação da comunidade que eles produzem através de atividades de gerenciamento. Esses benefícios são agora bem-conhecidos e participam totalmente desses programas ⁽³⁷¹⁾.

Os mesmos benefícios se acumulam com outros programas de infraestrutura verde e azul e que promovem resiliência, habitabilidade, sustentabilidade e engajamento social.

O arquiteto P.K. Das lidera esforços desse tipo em Mumbai.

Nullahs são canais abertos que têm funcionado largamente como sistemas de esgotos abertos, atravessando favelas e outros bairros. O projeto de Das foi concebido para «azular» esses canais, limpando suas águas, as

⁽³⁷⁰⁾ Maddox, D., 2015.

⁽³⁷¹⁾ Lu et al., 2009.

áreas verdes à sua volta, reduzindo o concreto em suas margens e abrindo suas margens aos visitantes, tudo com o envolvimento das pessoas que moram ali ⁽³⁷²⁾ (Figura 87).

Figura 87 — Há muito tempo, o Irla Nullah é usado como sistema de esgoto, é poluído e inacessível. No entanto, o seu potencial como parque linear de múltiplos valores é enorme. Essa é a ambição do Projeto de Revitalização do Irla Nullah (créditos: PK Das & Associates)



Geralmente, nossa intenção é captar a essência, as características fundamentais.

A chave para o tipo de trabalho que é verdadeiramente necessário é envolver as comunidades locais: (1) perguntando o que eles querem em seus bairros e por que eles usam (ou não usam) os benefícios adicionais do local; e, (2) envolvendo-os com o projeto. Há um número crescente de estudos e projetos que exploram especificamente por que e de que modo as pessoas usam os espaços verdes como um meio de projetar espaços públicos melhores ⁽³⁷³⁾.

Desafio n.º 4 — Existe alguma obra de urbanismo ambiental que não esteja ligada à justiça?

A maioria das pessoas nos círculos de urbanismo ecológico faz fortes alegações sobre o valor da natureza e dos ecossistemas. Se acreditamos verdadeiramente nesses benefícios, então quem deve ter acesso a eles? Todos. Todos têm acesso a esses benefícios? Não. Esta falha é tão perceptível na Cidade do Cabo quanto em Los Angeles ou Manchester.

A Agência de Proteção Ambiental dos EUA tem uma definição de justiça ambiental que aborda o fato de que as faces «ruins» do meio ambiente (lixões, incineradores, legados de poluição industrial) estão instalados, de modo desproporcional, em bairros mais pobres. Para a EPA, a justiça ambiental será alcançada...

⁽³⁷²⁾ Elmqvist *et al.*, 2018.

⁽³⁷³⁾ P. ex., Herzog *et al.*, 2020; Campbell *et al.*, 2016.

«[...] quando todos tiverem o mesmo nível de proteção contra os perigos ambientais e para a saúde, além de acesso igualitário ao processo de tomada de decisões, a fim de ter um ambiente saudável no qual viver, aprender e trabalhar.»

Essa definição é razoavelmente progressista, especialmente quanto à tomada de decisões. Falta-lhe, porém, a noção de que cada um também merece igual acesso às «benesses» ambientais e aos serviços que oferecem: alimentação saudável, resiliência às tempestades, bem como ar e água puros, parques e beleza. Uma melhoria para a definição seria dizer que a justiça ambiental será alcançada (grifos meus)...

... quando todos desfrutarem do mesmo nível de proteção robusta contra os perigos ambientais e à saúde, o **mesmo nível de acesso a todos os diferentes serviços e benefícios que a natureza pode oferecer** e o acesso igualitário aos processos de tomada de decisão tanto para ter um ambiente saudável no qual viver, aprender, trabalhar, quanto prosperar.

Apesar de algumas cidades do mundo serem melhores do que outras na realização desse sonho, provavelmente nenhuma delas o realizará plenamente. A maioria sequer chegará perto. Em todo o mundo, quando há espaços públicos e serviços ecossistêmicos, eles tendem a ser em benefício das pessoas mais abastadas ou mais conectadas.

Isso precisa mudar em qualquer cidade que designássemos de justa e todo profissional em SbN se deve engajar com a ideia da justiça como parte fundamental de seu trabalho.

Imaginação

«É difícil depreender toda a beleza que há em um dente-de-leão, assim como é difícil depreender a beleza de uma montanha ou de uma tormenta.»

Charles Burchfield (1893-1967) foi um pintor de paisagens. Ele também foi um grande jornalista e, ao longo de sua vida, escreveu mais de 10 000 páginas em vários volumes feitos à mão. A citação acima foi escrita em 5 de Maio de 1963 ⁽³⁷⁴⁾.

Dessa maneira, *são* difíceis de depreender tanto em virtude de sua beleza quanto por sua complexidade. Como você pode descrevê-los e avaliá-los? Descrevê-los para alguém que nunca os tenha visto? É quando você tropeça, apavorado, para dizer que eles são bonitos, majestosos ou simplesmente incríveis. Mas todos nós — enquanto cientistas, tomadores de decisões, cidadãos participativos — temos de compreender, descrever e quantificar essas entidades e comunicar os resultados de maneiras que não sejam irremediavelmente obscuras e que sejam, de algum modo, específicas e não apenas metafóricas. Isto é, precisamos comunicar algo que é muito complicado de uma maneira simples, essencial e, acima de tudo, útil. Este é o desafio de se integrar as SbN ao debate amplo e diverso de qualquer cidade.

Palavras como improvisação, imaginação e intuição muitas vezes soam estranhas em contextos científicos, de construção de cidades e políticos. Ainda assim, trata-se das mesmas habilidades que precisamos para sermos capazes de olhar para o passado e para além dos detalhes — este objeto está aqui, aquele processo está ali — para criarmos e entendermos algo maior e abrangente como as obras em uma cidade e como elas poderiam mudar.

Perspectiva é outra palavra importante — um sentido do que *valorizamos* na visão que estamos criando. No quadro de Burchfield, as sementes de dente-de-leão estão em evidência. Ele as valoriza. O céu está lá também. Precisamos examinar os padrões e as perspectivas e não somente os detalhes — as batidas do coração e não apenas a morada do coração no peito.

⁽³⁷⁴⁾ Maddox, D., 2015.

Precisamos de imaginação para sonhar com o visual da cidade com base na natureza, a natureza de que é feita, se assim o desejar. Depois, precisamos de coragem para trazer esse sonho para a realidade, criando planos urbanísticos reais que lidem abertamente com esses desafios e os integrem em um diálogo mais amplo junto aos urbanistas, projetistas e cidadãos, alguns dos quais podem não concordar conosco.

Pois esta é a natureza primordial das cidades e de nosso trabalho socioecológico dentro delas: o diálogo engajado que ajuda a moldar valores para construir cidades melhores, repletas de natureza e de suas soluções.

Referências bibliográficas

Cameron, William Bruce (1963). *Informal Sociology: A Casual Introduction to Sociological Thinking*. New York: Random House.

Campbell, Lindsay K.; Svendsen, Erika S.; Sonti, Nancy Falxa; Johnson, Michelle L. (2016). A social assessment of urban parkland: Analyzing park use and meaning to inform management and resilience planning. *Environmental Science & Policy*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.014>

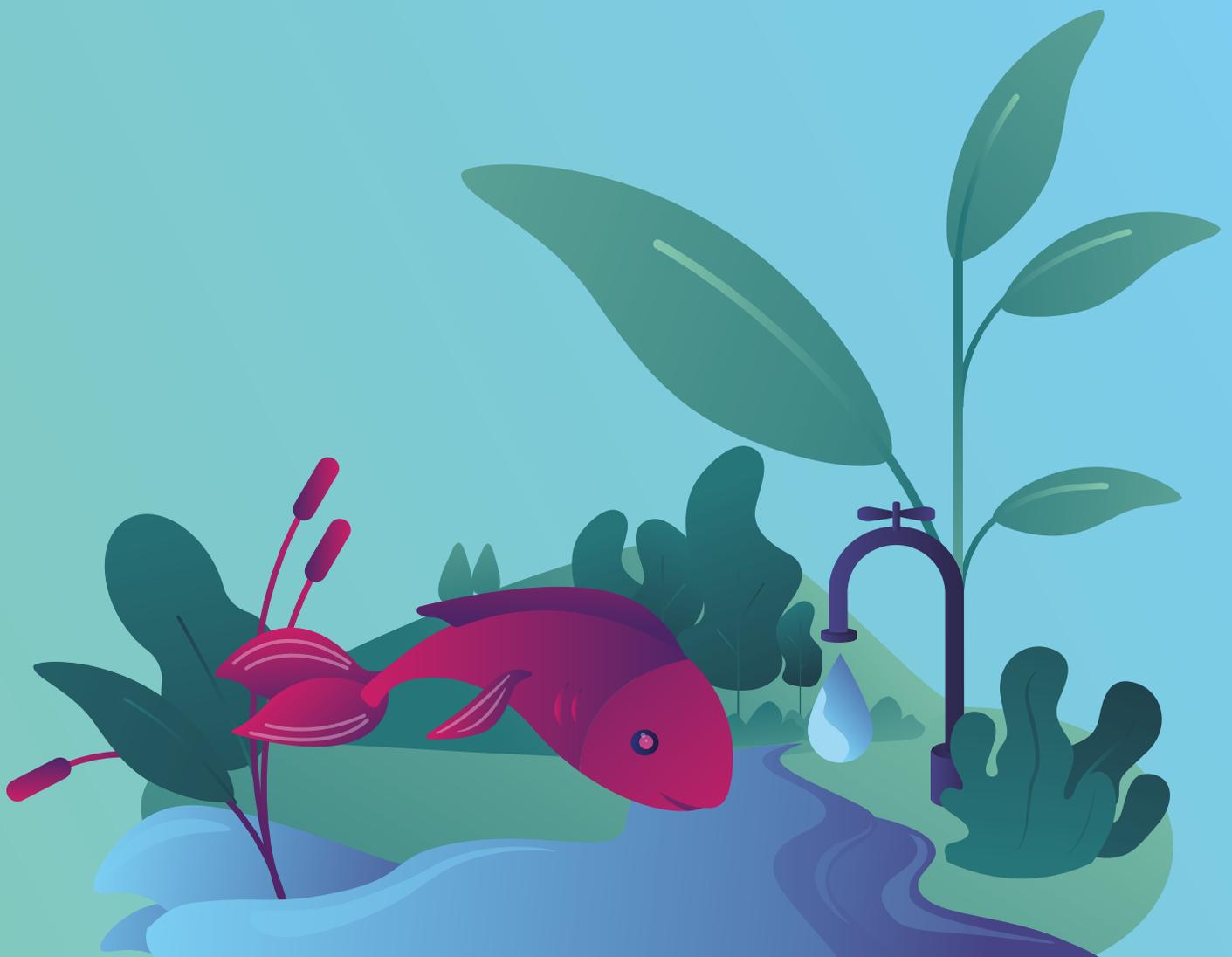
Elmqvist, Thomas; Jose Siri; Erik Andersson; Pippin Anderson; Xuemei Bai; P.K. Das; Tatu Gatere; Andrew Gonzales; Julie Goodness; Steven N. Handel; Ellika Hermansson Török; Jessica Kavonic; Jakub Kronenberg; Elisabet Lindgren; David Maddox; Raymond Maher; Cheik Mbow; Timon McPhearson; Joe Mulligan; Guy Nordenson; Meggan Spires; Ulrika Stenkula; Kazuhiko Takeuchi; Coleen Vogel (2018). «Urban Tinkering». *Sustainability Science*. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11625-018-0611-0>

Herzog, Cecilia; Diana Wiesner, David Maddox (2020). *Science Is Not Enough: Grassroots and Bottom-Up Action in Urban Ecology*. IN Douglas, I, P. Anderson, D. Goode, M.C. Houck, D. Maddox, Harini Nagendra, and T.P. Yok (Editors). *Handbook of Urban Ecology*, 2nd Edition. Abingdon: Routledge Press.

Lu, Jacqueline W.T.; Megan Shane, Erika Svendsen, Lindsay Campbell, Cristiana Fragola, Marianne Krasny, Gina Lovasi, G. David Maddox, Simon McDonnell, P. Timon McPhearson, Franco Montalto, Andrew Newman, Ellen Pehek, Ruth A. Rae, Richard Stedman, Keith G. Tidball, Lynne Westphal and Tom Whitlow (2009). *MillionTreesNYC, Green Infrastructure, and Urban Ecology: Building a Research Agenda*. 48 pp.

Maddox, David (2015). *Cities in Imagination*. IN *The Just City Essays: 26 Visions for Urban Equity, Inclusion and Opportunity*. Toni Griffin, Toni, Ariella Cohen, and David Maddox (Editors). eBook and online publication, a collaboration of The Nature of Cities, NextCity, and the Max Bond Center for the Just City.

Soluções Baseadas na Natureza: **Acelerando** a Difusão de Conhecimentos para Cidades Sustentáveis



9. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: ACELERANDO A DIFUSÃO DE CONHECIMENTOS PARA CIDADES SUSTENTÁVEIS

Cecilia P. Herzog, Tiago Freitas, Guilherme Wiedman

Mensagens principais

- É urgente acelerar o processo de transição para cidades mais sustentáveis, resilientes e que ofereçam melhor qualidade de vida.
- As águas têm papel preponderante para a sustentabilidade urbana, tanto quando em excesso, quanto por estar se tornando um recurso cada vez mais escasso e contaminado.
- SbN são inovações que regeneram áreas impactadas pela antropização, devolvendo funcionalidades ecológicas que melhoram a qualidade de vida das pessoas.
- SbN são fundamentais para tornar o ciclo da água mais sustentável e resiliente, contribuindo tanto para a qualidade quanto para a quantidade.
- A sustentabilidade dos projetos depende do efetivo engajamento dos agentes que atuam na sua área de abrangência, por isso laboratórios de inovação social entraram com força no desenvolvimento de inovações para as cidades.
- Esse livro concentra conhecimentos e experiências de modo que possa fazer a ponte entre ciência e realização de novas visões para cidades que oferecem melhor qualidade de vida e estão mais preparadas para enfrentar os desafios do presente.

Desafios do presente

Estamos vivendo tempos extremamente desafiadores, com impactos sobre a fonte da vida: a água. É urgente a mudança de paradigma que levou muitas cidades a uma imensa vulnerabilidade frente à quantidade e qualidade de água que oferece a seus moradores, empresas e agricultura.

Esse livro busca trazer inspiração e reflexões sobre questões cruciais que os governantes, servidores públicos, legisladores, planejadores urbanos e projetistas enfrentam no seu cotidiano em busca de soluções inovadoras para problemas recorrentes e persistentes relacionados tanto ao excesso quanto à falta de água.

O excesso de água vem em dias de grandes chuvas, que estão se tornando cada vez mais intensas e frequentes com o agravamento da crise climática. Desastres como inundações, alagamentos, enxurradas, deslizamentos de encostas, dentre outros, impactam severamente o funcionamento do sistema urbano. Os custos humanos, ambientais e econômicos são grandes e na maioria das vezes não são contabilizados dentro do paradigma antigo de liberar e estimular urbanização sobre áreas ecologicamente vitais, como rios, córregos, brejos e outros ecossistemas. Essas áreas são essenciais à manutenção dos fluxos naturais, também são *habitat* da biodiversidade que mantém a rede da vida. A poluição difusa que é carregada para os corpos d'água nos primeiros 10 minutos de chuva é tão contaminante quanto esgoto, e muitas vezes contém metais pesados dos resíduos de óleo, pneus e outros sedimentos que são depositados sobre as superfícies impermeáveis urbanas.

Por outro lado, a falta de água, mesmo em cidades onde rios estão presentes em sua paisagem, tem múltiplas causas e depende do contexto em que está inserida. E as soluções para essa questão emergencial também

estão intrinsecamente relacionadas à qualidade dos mananciais, sejam superficiais ou subterrâneos. Ambos dependem da qualidade ambiental em que estão inseridos.

A qualidade da água por falta de saneamento adequado é um problema que afeta centros urbanos e seus moradores em diversos países. O suprimento de água depende da qualidade ambiental da(s) bacia(s) hidrográfica(s) que abastece(m) os centros urbanos. É preciso ter visão sistêmica e holística, e colocar a questão do tratamento dos efluentes contaminantes, sejam pontuais ou difusos, na equação para encontrar a solução adequada a cada contexto urbano buscando a circularidade no processo das águas, sem perdas ou poluição. O tratamento e reúso das águas é essencial, e SbN são eficazes em muitos casos, bem como soluções híbridas que combinam a engenharia ecológica com paisagismo ecológico em projetos que devem inserir os espaços verdes urbanos com aproveitamento das águas para melhorar o lazer e contato direto com a natureza, os processos e fluxos da paisagem dos moradores.

Mudança de paradigma: soluções baseadas na natureza

Para que haja mudança de paradigma é preciso que inovações baseadas em conhecimento científico, interdisciplinares, transeitoriais, integradas e sistêmicas ganhem escala. Para isso é crucial que os tomadores de decisões, líderes comunitários, representantes de organizações não governamentais, e a população em geral tenham uma nova visão para suas cidades e regiões. Muitas já começaram a implementar inovadoras SbN em diversas escalas, a monitorar os resultados e a replicar com sucesso, transformando paisagens urbanas inóspitas e insalubres em paisagens vivas, multifuncionais de alto desempenho social, ecológico e econômico.

As SbN possibilitam uma miríade de combinações que podem adaptar as cidades e torná-las mais resilientes, melhorando a qualidade e a quantidade das águas superficiais e subterrâneas. O enfoque nas águas para a melhoria da saúde da cidade e conseqüentemente de seus moradores é fundamental para a sustentabilidade e resiliência urbana. Contudo, as SbN vão além da questão hídrica, pois são multifuncionais e oferecem múltiplos benefícios como redução das ilhas de calor urbano (ICU), melhoria da qualidade do ar e do solo, incentivam mobilidade ativa e saudável. De fato, ao melhorarem e aumentarem os *habitats* terrestres e aquáticos, permitem que a biodiversidade forneça serviços ecossistêmicos para a população.

As paisagens regeneradas são laboratórios vivos em que crianças podem conviver desde cedo com a natureza e os processos naturais; pessoas de todas as idades podem viver, trabalhar, se divertir e se exercitar em ambientes limpos e agradáveis.

A reconexão com a natureza desperta a biofilia — sentimento intrínseco com que todas as pessoas nascem de pertencer à natureza, ao contrário das pessoas que crescem em ambientes estéreis, que têm biofobia — medo da natureza... Como podem cuidar e se preocupar com a biodiversidade se não a conhecem? Como podem compreender que fazem parte de uma rede de vida que vai desde os micro-organismos que mantêm o solo vivo até às imensas baleias que nadam pelos oceanos desse planeta azul, nossa única casa? Para mudar o mundo é preciso mudar o modo como as pessoas veem o mundo. As SbN possibilitam que isso ocorra em toda a paisagem urbana, uma vez que podem transformar as superfícies pavimentadas estéreis em lugares verdes cheios de vida.

As SbN atuam no local resolvendo questões como poluição difusa, que de outra forma escoar e contamina as águas diretamente. As SbN também tratam problemas pontuais, como esgoto. Em muitos casos podem estar associadas a outras tecnologias de tratamento, que possibilitam a melhoria ambiental com sistemas que demandam menos energia e insumos químicos para seu tratamento, e ainda possibilitam o reúso da água, do lodo e dos gases emitidos. Com isso, se tornam em uma economia circular num sistema ganha-ganha, em que não há impactos nem efeitos colaterais — externalidades negativas como os economistas colocam.

Essa transformação já está ocorrendo. Milhões de pessoas estão em busca de lugares melhores para viver, transformando seus ambientes cotidianos. Incontáveis cidades estão passando por uma transição em que as pessoas e a natureza têm prioridade sobre os carros. A arquitetura está incorporando a cobertura vegetal

para melhorar o ambiente tanto interno como externo, e com isso contribui para a melhoria da qualidade de edificação e para a redução da quantidade das águas pluviais que escoam para o sistema de drenagem da cidade.

A abertura e a renaturalização de rios e córregos estão acontecendo há anos, com imensos ganhos para todos os moradores e a economia local. A inserção de jardins de chuva, biovaletas, tetos e paredes verdes, corredores verdes ao longo dos cursos d'água, canteiros pluviais, dentre inúmeras outras SbN, fazem parte do repertório que pode ser adaptado para o contexto e desafios locais de manejo de águas pluviais.

Engajando a sociedade e transformando a ecologia urbana e a economia com ações locais

Para que os projetos sejam sistêmicos e sustentáveis é primordial que as pessoas participem, aprendam e se engajem nos processos de transformação de sua cidade. Nesse terceiro milênio existem diversas técnicas de envolvimento efetivo dos agentes interessados na área de abrangência do projeto. Os laboratórios de inovação social, laboratórios vivos que despertam o interesse, inspiram, capacitam e possibilitam que os projetos cocriados tenham continuidade, são essenciais.

Novas economias estão sendo geradas a partir desse novo paradigma. Cidades que possuem mais natureza oferecem melhor qualidade de vida e bem-estar e são também as cidades que mais atraem investimentos e empreendimentos da nova economia circular, frugal e verde. Para isso, é preciso novas fontes de financiamento, novas formações interdisciplinares que capacitem profissionais com conhecimentos e visão sistêmica, capazes de realizar as transformações necessárias e urgentes.

O Produto Interno Bruto é um indicador que já não atende os desafios do presente. Novos indicadores surgiram para medir a qualidade de vida das cidades, como demonstra o capítulo 7.2 desse livro. As SbN têm imenso potencial para transformar paisagens monofuncionais em paisagens de alto desempenho ⁽³⁷⁵⁾, que oferecem múltiplos benefícios materiais e imateriais. Essa transformação da paisagem urbana se reflete nos novos indicadores que medem o bem-estar das pessoas ⁽³⁷⁶⁾, a redução das perdas por desastres climáticos ⁽³⁷⁷⁾, a melhoria econômica sustentável com mais justiça social incluindo todos os moradores das cidades.

Os problemas globais são causados por ações locais. Prefeitos de cidades inovadoras perceberam que têm papel preponderante para facilitar e impulsionar a transição em escala local, e articulados têm o potencial de contribuir para a melhoria global. O efeito cascata de transformação que está acontecendo em incontáveis cidades tem urgência em acelerar a transição para cidades sustentáveis, resilientes e que oferecem alta qualidade de vida e bem-estar para todos os seus moradores.

Considerações finais

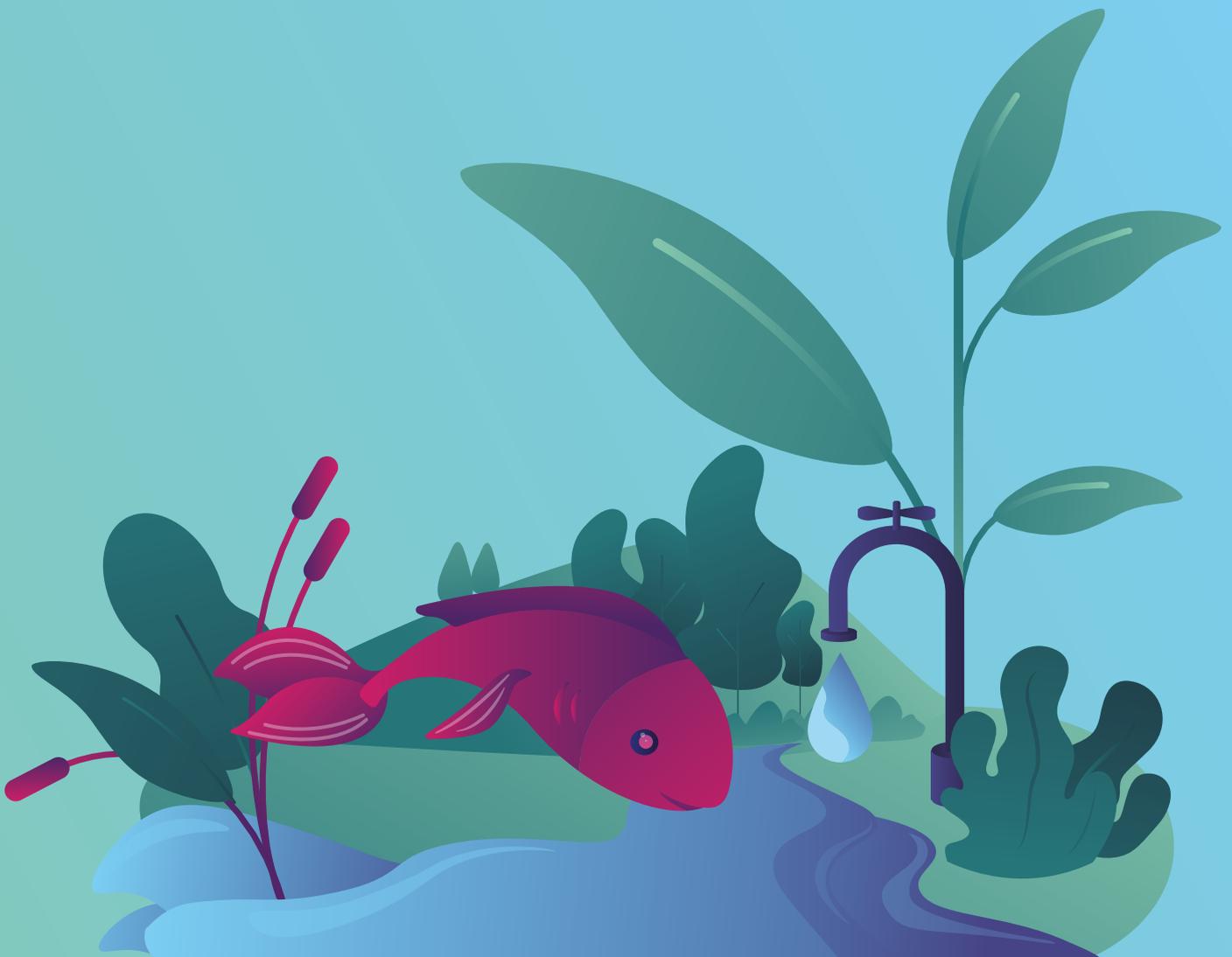
Esses temas são tratados pelos diversos capítulos desse livro, que tem a participação de autores renomados em suas áreas de atuação, possuem diversas formações e experiências. Com isso, objetivamos trazer uma fonte de conhecimentos e inspiração para que novas visões mais ecológicas, a favor da vida, venham a se concretizar rapidamente. E também que, com a efetiva participação e engajamento de todos os moradores e demais agentes que atuam na cidade, a transformação seja acelerada de modo a enfrentar e adaptar as cidades dando a urgência necessária frente aos imensos desafios contemporâneos.

⁽³⁷⁵⁾ Ver capítulo 3.2 nesse livro.

⁽³⁷⁶⁾ Ver capítulo 7.1 nesse livro.

⁽³⁷⁷⁾ Ver capítulo 2.1 nesse livro.

Perfis Biográficos Resumidos



10. PERFIS BIOGRÁFICOS RESUMIDOS



Alexandros Stefanakis é engenheiro profissional, professor universitário e pesquisador com mais de 15 anos de experiência na concepção, gestão e implementação de projetos usando SbN para gestão hídrica e de águas e esgoto. Ele também participa de vários projetos de pesquisa em âmbito internacional. Tem vasta experiência com áreas alagadas artificiais/construídas para diversas aplicações industriais, desidratação de lodo e/ou águas residuais municipais, bem como reúso de efluentes tratados. Publicou vários artigos científicos, livros e capítulos de livros.



Aline Pires Veról é engenheira civil, mestre e doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professora adjunta da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU/UFRJ). Prédio FAU Reitoria, sala 422. Avenida Pedro Calmon, 550, 21941-901, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Andreas Ufer é sócio-fundador do Sense-Lab, onde atua com processos de inovação e desenvolvimento organizacional, articulação multi-atores e negócios com foco em gerar valor socioambiental. Andreas é formado em Engenharia pela USP e pela RWTH - Aachen, na Alemanha, possui um MBA pela FGV e pós-graduação em Inovação Social pela Universidade da Pensilvânia.



Bruna Peres Battemarco é engenheira civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e mestranda em Engenharia Civil do Programa de Engenharia Civil do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEC/Coppe/UFRJ), Centro de Tecnologia, bloco I, 2.º andar, sala I-206, Laboratório de Hidráulica Computacional. Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, 21941-909, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Carlos Chernicharo é professor pioneiro no campo do tratamento anaeróbio de esgoto. Ele doutorou-se em Engenharia Ambiental pela Universidade de Newcastle (Reino Unido), em 1990, e posteriormente desenvolveu um programa de pós-doutoramento na Universidade de New South Wales (Austrália), em 2008. É professor titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG — Brasil), pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fellow da International Water Association (IWA). É também coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estações Sustentáveis de Tratamento de Esgoto (INCT ETE Sustentáveis). Desde 2013, tem atuado como professor convidado no Institute for Water Education (IHE, Delft — Holanda). É autor/coautor de cinco livros, 20 capítulos de livros, mais de 100 artigos publicados em revistas científicas e mais de 200 artigos em conferências. Tem trabalhado em conjunto com empresas de consultoria e saneamento por mais de 30 anos, obtendo vasta experiência em projeto, construção e operação de ETE em escala plena. Essa experiência possibilitou o desenvolvimento de um grupo reconhecido internacionalmente em pesquisa aplicada sobre tratamento anaeróbio de esgoto.



Carmen Antuña Rozado é cientista sênior do VTT Technical Research Centre of Finland Ltd. Carmen tem mestrado em Arquitetura com especialização em Planejamento Urbano e *Design* e tem quase 20 anos de experiência em projetos de R&D internacionais. Seu campo de especialização é a urbanização sustentável, com uma forte ligação com países em desenvolvimento e com mercados emergentes. Isso também inclui outros aspectos relacionados como a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, SbN e economia circular nas cidades. Carmen trabalhou em projetos ambientais sustentáveis fora da Europa como, p. ex., Egito, Líbia, Marrocos, Quênia, Tanzânia, Zâmbia, América Latina. Recentemente, ela atuou como especialista externa sênior, dando suporte ao segundo Diálogo Setorial UE-Brasil sobre SbN.



Cecilia Polacow Herzog é paisagista urbana, professora da graduação e pós-graduação do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e coordenadora da pós-graduação em Paisagismo Ecológico: Planejamento e Projeto da Paisagem na PUC-Rio. É pesquisadora em temas que integram ecologia urbana com planejamento e projetos urbanos para adaptar as cidades aos desafios contemporâneos. Seu campo de atuação tem abordagem interdisciplinar focada em SbN para cidades sustentáveis, resilientes e que oferecem alta qualidade de vida e bem-estar. Palestrante nacional e internacional, perita e consultora em SbN.



Daniela Rizzi, arquiteta e urbanista trabalhando com SbN, infraestrutura verde e biodiversidade no ICLEI Europa, Governos Locais para a Sustentabilidade (com sede na Alemanha), responsável pelo desenvolvimento do programa internacional de capacitação e intercâmbio de conhecimento em SbN «UrbanByNature» (projeto europeu Connecting Nature); pela inovação em planejamento urbano de SbN em cidades (projeto europeu CLEVER Cities), e pela base de conhecimento em SbN do projeto europeu-chinês REGREEN, em que também contribui com políticas de governança no planejamento de soluções urbanas baseadas na natureza, *urban living labs* e na inovação e criação de impacto de SbN.



Daniel Chang é economista formado pela FEA-USP, com especialização em Gestão Estratégica do Meio Ambiente pelo IPT-USP e mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento pelo EGC-UFSC. É *fellow* da Rede LEAD — Liderança para o Meio Ambiente e Desenvolvimento.



David Maddox ama os espaços urbanos e a natureza. Ama a criatividade e a colaboração. Ama o teatro e a música. Em sua vida e trabalho, ele tem exercido todas as suas paixões. David (PhD) fundou o The Nature of Cities, em 2012, e permanece como Diretor-Executivo. TNOC é um *site* de ensaio e discussão transdisciplinar — com mais de 700 escritores do mundo todo, de cientistas a ativistas, *designers* a artistas — sobre as cidades enquanto ecossistemas de pessoas, natureza e infraestruturas. Além disso, é músico, compositor, dramaturgo e ator. Ele mora em Nova Iorque.



Diego Burger Araujo Santos dedica sua vida para compreender o que gera uma vida feliz. Como terapeuta do caminho do meio, consultor de empresas e palestrante, ajuda pessoas a conquistarem esse estado. Morou no Butão por mais de cinco meses e já viajou por mais de 44 países nessa mesma busca. Naropa University (B.A. Psychology).



Gillian Dick é diretora da equipe de infraestrutura ambiental e estratégia de moradias do Grupo de Plano de Desenvolvimento da Câmara Municipal de Glasgow, Reino Unido. Ela tem BSc (Hons) em Planejamento Urbano pela Heriot-Watt University e BSc (Hons) em Geografia Humana pela Open University. Ela é membro titular do *Royal Town Planning Institute* e atualmente faz parte do Painel de Parcerias e Credenciamento. Ela também é profissional credenciada do RTPI, representante no Conselho de Parcerias de Planejamento da Queen University Belfast.



Guilherme Wiedman é arquiteto e urbanista com graduação e doutorado direto pela Universidade de São Paulo. Tem experiência como pesquisador na área de biocompósitos para aplicação na construção civil, indústria moveleira, de comunicação e de defesa. Atuou como consultor no Instituto do Bambu e como diretor de pesquisa e desenvolvimento de uma indústria de revestimentos ecológicos. Atualmente, é analista em Gestão, Planejamento e Infraestrutura em Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Nos últimos 10 anos tem se dedicado à estruturação do Programa de Tecnologias para Cidades Sustentáveis no Ministério. Atua na captação de recursos, formulação e gestão de projetos de cooperação internacional e na internalização dos conceitos relativos a SbN nas políticas públicas de tecnologia e inovação. Atualmente é Diretor Nacional do Projeto GEF IAP Sustainable Cities (CITInova).



Harriet Bulkeley mantém nomeações acumuladas como professora do Departamento de Geografia, Universidade de Durham e do Instituto Copernicus de Desenvolvimento Sustentável, da Universidade de Utrecht. Sua pesquisa se concentra em governança ambiental e as políticas para as mudanças climáticas, energia e cidades sustentáveis. Atualmente, ela congrega o projeto NATURVATION H2020, que analisa o papel das SbN em termos de contribuição para com a sustentabilidade urbana.



Ianic Bigate Lourenço é graduada em Composição Paisagística pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Mestre em Arquitetura Paisagística pelo Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROURB/FAU-UFRJ). Doutoranda no Programa de Engenharia Civil do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEC/Coppe/UFRJ). Centro de Tecnologia, bloco I, 2.º andar, sala I-206, Laboratório de Hidráulica Computacional. Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, 21941-909, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Iñigo Bilbao Ubillos trabalhou para a Câmara Municipal de Vitoria-Gasteiz por 20 anos, envolvido na implementação de importantes projetos de SbN. Quando sua cidade se notabilizou como a Capital Verde da Europa, em 2012, ele era coordenador do Programa EGC. Como perito europeu, ele está envolvido em programas como o projeto *World Cities* e na Cooperação Urbana Internacional (IUC) e é Avaliador do H2020. Atualmente, ele trabalha no FINNOVA liderando diversos projetos europeus (Interreg, H2020, etc.). É arquiteto e mestre em Administração Pública.



James Dalton é executivo experiente, líder com mais de 20 anos de experiência na condução de programas de gestão hídrica, incluindo o Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (GIRH), serviços, governança, suporte técnico, políticas e treinamento em nível global (mais de 25 países). Dirige estrategicamente o desenvolvimento de operações multidisciplinares, pesquisa, análise, estratégia inovadora e planos e colaborações das partes interessadas. É criador de relacionamentos que forjam e cultivam parcerias produtivas com governos nacionais, grupos da sociedade civil, doadores e o setor privado. Combina a perspicácia da indústria e da liderança com habilidades projetuais e competências de desenvolvimento para fomentar a inovação e a mudança.



John Henneberry é professor de Desenvolvimento Imobiliário do Departamento de Estudos Urbanos e Regionais da Universidade de Sheffield e Membro da Academia de Ciências Sociais. Sua pesquisa se concentra na estrutura e comportamento do mercado imobiliário. Ele tem um interesse particular no papel da infraestrutura verde e nas Sbn no processo de desenvolvimento urbano e nos desafios de valorização, avaliação e financiamento que os originam.



Juliana Alencar é pesquisadora na Universidade de São Paulo, atuando na linha de pesquisa, recuperação, renaturalização e revitalização de bacias hidrográficas. Professora no Departamento de Hidráulica da Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, FATECSP, na área de Hidrologia e Drenagem Urbana.



Laura Tozer é Membro Associada de Pesquisa no Pós-doutorado do Departamento de Geografia da Universidade de Durham. Sua pesquisa se concentra na governança das transições para a sustentabilidade urbana e baixo carbono. Seu trabalho propõe novas maneiras de entender a governança e a política ambiental, examinando a reconfiguração dos sistemas urbanos para colocar as cidades em bases mais sustentáveis.



Linjun Xie é Membro Associada de Pesquisa no Pós-doutorado do Departamento de Geografia da Universidade de Durham. Sua pesquisa se concentra em criar e oferecer políticas e planos de desenvolvimento urbano sustentável, sua implementação e avaliação.



Livia Cristina da Silva Lobato é engenheira civil (2004) com doutorado em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2011). Desde 2005 tem atuado em projetos no setor de saneamento nas seguintes temáticas: coleta e tratamento de esgoto, gerenciamento de lodo, aproveitamento energético de biogás, capacitação profissional e sensibilização do usuário. Atualmente, é integrante do INCT ETE Sustentáveis, desenvolvendo atividades relacionadas à transmissão de conhecimento para a sociedade, setor empresarial e governo. É autora/ /coautora de quatro capítulos de livros, 12 artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais e mais de 25 artigos em conferências.



Lucas de Almeida Chamhum Silva é engenheiro ambiental e sanitarista com mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2018). Desde 2015 trabalha com projetos e consultoria na área de saneamento e meio ambiente e atualmente se dedica ao INCT ETE Sustentáveis. Possui experiência na temática de aproveitamento de lodo de esgoto e reúso de água em atividades agrossilvipastoris, bem como no uso de ferramentas de geoprocessamento associado a estas temáticas. Atualmente, é aluno do curso de MBA em gestão de projetos pela Universidade de São Paulo.



Manuela Pereira Reinhard é formada em Planejamento de Paisagens e Paisagismo com Mestrado em Geografia Física, trabalha como assessora técnica no Projeto ANDUS (Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável no Brasil), um projeto de cooperação alemã em parceria com o Ministério do Desenvolvimento Regional no Brasil. *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ GmbH* no Brasil.



Marcelo Gomes Miguez é engenheiro civil, mestre e doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Professor associado da Escola Politécnica e do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PEC/Coppe/UFRJ). Centro de Tecnologia, bloco I, 2.º andar, sala I-206, Laboratório de Hidráulica Computacional. Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, 21941-909, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Marcus Collier é professor assistente em Inovação Urbana Baseada na Natureza e em Pesquisas de Sistemas Socioecológicos, Escola de Ciências Naturais, na Trinity College, em Dublin. Ele é o coordenador do projeto Connecting Nature do Horizon 2020, que está inovando com SbN para a construção de resiliência urbana. Dr. Collier foi o coordenador do Projeto FP7 TURAS, que avaliou as estratégias de transição para o desenvolvimento de resiliência das cidades, das quais surgiu a abordagem de SbN.



Marino Bonaiuto é professor titular de psicologia social da Faculdade de Medicina e Psicologia, da Universidade La Sapienza de Roma; PhD, membro do conselho do departamento de psicologia da socialização e processos de desenvolvimento; diretor do CIRPA (Interuniversity Centre for Research in Environmental Psychology). Presidente do curso de mestrado em Psicologia da Comunicação e *Marketing*. Prêmio Research Fellow IAAP (Associação Internacional de Psicologia Aplicada) para a psicologia ambiental.



Niki Frantzeskaki é professora de Transições para Sustentabilidade Urbana e Diretora do Centro para Transições Urbanas da Universidade de Tecnologia de Swinburne, Melbourne/Austrália. Ela está coordenando pesquisas sobre governança ambiental, SbN e transições para a sustentabilidade urbana, liderando e participando de um portfólio de projetos de pesquisa com institutos de pesquisa da Europa, Canadá, Brasil e Austrália. Niki publicou cerca de 100 artigos revisados por pares e, em 2017 e 2018, lançou três livros sobre transições para a sustentabilidade urbana. Ela também editou 13 números especiais nas melhores revistas sobre sustentabilidade e transições para a sustentabilidade. Contribuiu ativamente como autora na CBO, GEO-5, GEO-6 e de avaliações da IPBES.



Olivier Scheffer é consultor independente em estratégias de projeto regenerativo, ex-diretor da NOBATEK/INEF4 (Instituto Nacional Francês para a Transição Energética do Setor AEC/www.nobatek.inef4.com), ex-diretor de P&D da XTU Architects (www.xtuarchitects.com), membro do Comitê Francês de Biomimética Europa (www.biomimicry.eu) e consultor estratégico do CEEBIOS (Centro Europeu de Especialização em Biomimética/www.cebios.com).



Osvaldo Moura Rezende é engenheiro civil, mestre e doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisador em pós-doutorado no Programa de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica e Escola de Química da UFRJ. Sócio fundador da empresa Aquafluxus Consultoria Ambiental em Recursos Hídricos Ltda. Professor agregado do Departamento de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio). Centro de Tecnologia, bloco I, 2.º andar, sala I-206, Laboratório de Hidráulica Computacional. Avenida Athos da Silveira Ramos, 149, 21941-909, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.



Paula Vandergert é pesquisadora sobre sustentabilidade em ambientes acadêmicos — Instituto de Pesquisa em Sustentabilidade, University of East London (UEL), Reino Unido —, e não acadêmicos. Ela está focada principalmente nas dimensões sociais da sustentabilidade, incluindo a governança adaptativa. Antes de ingressar na UEL, Paula foi consultora sênior em planejamento sustentável na Comissão de Arquitetura e Ambientes Construídos, onde gerenciou o Programa Moradias Sustentáveis. Paula é PhD pela Escola de Economia de Londres.



Paulo Pellegrino é professor associado da FAUUSP, fundador do LABVERDE, pesquisador de soluções baseadas na paisagem para infraestrutura verde, com planos e projetos para bacias urbanas, recuperação de rios e parques e praças.



Pierre-André Martin é paisagista ecológico. Estudou ciências relativas à Paisagem e ao Território durante seis anos na França, atua profissionalmente como paisagista e ambientalista no meio urbano, periurbano e rural desde 1995 em países como Brasil, França, Itália, Estados Unidos, Canadá, Peru e Angola. Colaborou com o paisagista Fernando Chacel, é professor de paisagismo e urbanismo da PUC-Rio. Coordenador do curso de pós-graduação «Paisagismo Ecológico: Planejamento e Projeto da Paisagem» na PUC-Rio, sócio-fundador do escritório de estudos e projetos de paisagismo EMBYÁ. Palestra e leciona sobre ecologia em diferentes instituições universitárias no Brasil.



Rafael Feltran-Barbieri é economista sênior do WRI Brasil. Bacharel em Economia e Biologia, tem pós-doutorados em Econometria e Economia dos Recursos Naturais.



Rafael Ruschel, psicólogo, palestrante, instrutor, consultor organizacional e especialista na ciência do bem-estar. Mestrando em Psicologia Positiva Aplicada e Psicologia do *Coaching* pela University of East London (UK). Coordenador do Núcleo de Psicologia Positiva.



Rebecca Welling, consultora em Infraestruturas Naturais do Programa Global para Água da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*, União Internacional pela Preservação da Natureza), com 10 anos de experiência em coordenação de programas multi-parceiros na África, Ásia e América Latina. Seu trabalho inclui pesquisa, análise, gestão de operações, engajamento de acionistas e planejamento estratégico em questões relacionadas com Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos (GIRH), WASH, gestão de recursos naturais e desenvolvimento sustentável. Rebecca é formada em Geografia pela Bristol (Reino Unido) e Mestre em Antropologia e Ecologia do Desenvolvimento pela UCL (Reino Unido). Experiência profissional anterior inclui a Bill e Melinda Gates Foundation, a Organização Mundial de Saúde, a WaterAid, FARM-Africa e o Water Institute, na Universidade da Carolina do Norte.



Shawn McLearen trabalha na interseção entre preservação do patrimônio local, finanças de impacto social e desenvolvimento imobiliário. Por meio desse trabalho, ele processou e administrou fundos público-privados de mais de \$100 M, necessários para dar andamento a projetos de políticas múltiplas, desenvolvimento comunitário e projetos imobiliários voltados para a missão. O capital empregado varia desde fundações privadas e investimentos de impacto/voltados para a missão de crédito fiscal, títulos, empréstimos e capital não financeiro da comunidade. Os meios e métodos quantitativos/qualitativos tradicionais incluem política e pesquisa de mercado, engajamento das partes interessadas e da comunidade e governança locais.



Sophia B. N. Picarelli é gerente de Biodiversidade e Mudança do Clima no ICLEI América do Sul, liderando a implementação de projetos relacionados a essas agendas em países da região. É gestora ambiental, com mestrado em Tecnologia Ambiental e atualmente realiza pesquisa de doutorado focada em SbN e o potencial de adaptação para cidades brasileiras. Além da atuação no terceiro setor, trabalhou em empresa privada e no setor público, construindo uma ampla visão sobre questões socioambientais.



Stuart Connop é Membro Sênior em Pesquisas do Instituto de Pesquisas em Sustentabilidade da University of East London. Com experiência na preservação de invertebrados, o foco de sua pesquisa está na gestão sustentável de nossas paisagens como suporte à biodiversidade e os benefícios dos serviços ecossistêmicos. Atualmente trabalhando no projeto Connecting Nature do Horizon 2020, o Dr. Connop também trabalhou com o Dr. Collier no projeto TURAS, liderando a pesquisa e inovação de Infraestruturas Verdes Urbanas.



Thaís Kasecker é Superintendente de Mudanças do Clima na Secretaria do Estado do Ambiente e Sustentabilidade do Rio de Janeiro (SEAS), conduzindo as agendas de adaptação e mitigação no Estado. É doutora em Ecologia pela UFRJ com projeto de pesquisa em Adaptação às Mudanças Climáticas Baseada em Ecossistemas. Desenvolveu sua carreira com atividades ligada à Conservação da Biodiversidade, com pesquisas em Ecologia da Paisagem, Mudanças Climáticas, Sustentabilidade e Conservação para subsidiar a construção de políticas públicas. Trabalhou na Conservação Internacional-Brasil por mais de 10 anos, onde atuou como pesquisadora nessas temáticas, e também na gerência de projetos e captação de recursos.



Thiago Bressani Ribeiro é engenheiro ambiental com mestrado em Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Desde 2010 trabalha em vários projetos no setor de saneamento, reunindo *stakeholders* da academia, indústria e sociedade, no Brasil e no exterior. Como membro do INCT ETE Sustentáveis, esteve envolvido na estruturação dos pilares estratégicos de pesquisa básica e aplicada e em oficinas de capacitação para operadores ETE. É editor de um livro, autor/coautor de 10 capítulos de livros, 18 artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais e mais de 25 artigos em conferências. Atualmente, é doutorando entre a UFMG e a Universidade de Ghent (Bélgica), com foco no pós-tratamento de efluentes anaeróbicos.



Thomas Albers é doutorando em psicologia social e ambiental da Universidade La Sapienza de Roma. Ele também é consultor e instrutor em psicologia ambiental e promoção da saúde mental positiva no Anatta Foundation, na Holanda.



Tiago Freitas é analista político na Direção-Geral da Investigação e da Inovação da Comissão Europeia (2016-presente), com enfoque nas áreas da biodiversidade e SbN. No passado, trabalhou no Parlamento Europeu como analista científico nas áreas das políticas estruturais e de coesão (2004-2010). Possui doutorado pelo Departamento de Geografia do King's College London. Sua pesquisa teve enfoque nas conexões entre as políticas de promoção de biocombustíveis e as políticas de controle do desmatamento no Brasil, com dois estudos de caso no Mato Grosso. Possui graduação em Biologia Ambiental pela Universidade de Lisboa, pós-graduação em Ciências e Tecnologias do Ambiente pela mesma universidade e mestrado em Política Internacional pela Université de Paris XI.



Tom Wild é gerente de Parcerias Internacionais na Universidade de Sheffield, Faculdade de Ciências Sociais. Tom tem grande experiência no desenvolvimento e projetos internacionais, com interesses específicos em SbN, infraestrutura verde e pesquisa de drenagem urbana. Ele mantém uma ampla rede global de parceiros, abrangendo o terceiro setor, a iniciativa privada e o setor público. Antes de seu cargo atual, Tom foi diretor da South Yorkshire Forest Partnership, na Câmara Municipal de Sheffield e pesquisador. Tom também estabeleceu o FP6 ERA-NET sobre desenvolvimento urbano sustentável, o «URBAN-NET».



Venkata Gandikota tem mestrado em Engenharia Ambiental. Ele é um experiente consultor, líder empresarial e sem fins lucrativos com mais de 15 anos de experiência profissional. Atualmente, dirige a Conferência Anual InnoFrugal, juntamente com o trabalho de consultoria em inovação frugal, estruturas de impacto social, investimentos de impacto e economia circular voltada aos mercados emergentes e às economias desenvolvidas. Ele também é consultor do *Smart Village Movement*, um centro de pesquisas de Berkeley Haas Garwood e da conferência InnoFrugal do Reino Unido, na Judge Business School da Universidade de Cambridge.

11 ACRÔNIMOS

AP — Atividades físicas

B2B — *Business to Business*

B2C — *Business to Consumer*

BES — Bem-estar subjetivo

CE — Comissão Europeia

CFIB — Comissão de Felicidade Interna Bruta

CNP — Contribuições da Natureza para as Pessoas

CNRH — Conselho Nacional de Recursos Hídricos (Brasil)

FAR — Fórmula de Alocação de Recursos

FIB — Felicidade Interna Bruta

FIRJAN — Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

ICU — Ilhas de Calor Urbano

INEA — Instituto Estadual do Ambiente (Estado do Rio de Janeiro)

IUC — *International Urban Corporation*

NDC — Contribuição Nacionalmente Determinada (do inglês *Nationally Determined Contribution*)

NST — Nabta Smart Town

ONU — Organização das Nações Unidas

PIB — Produto Interno Bruto

RFU — Requalificação Fluvial Urbana

SuDS — *Sustainable Drainage Systems*

UE — União Europeia

UFRJ — Universidade Federal do Rio de Janeiro

12. GLOSSÁRIO

Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE): o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia de adaptação global para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos das mudanças climáticas. Como um dos possíveis elementos de uma estratégia global de adaptação, a adaptação baseada nos ecossistemas utiliza a gestão, conservação e restauração sustentáveis dos ecossistemas para fornecer serviços que permitam às pessoas se adaptarem aos impactos da mudança climática (CBD — Convenção da Biodiversidade).

Avaliação de ecossistemas: processo social através do qual as descobertas da ciência sobre as causas de mudança de ecossistemas, suas consequências para o bem-estar humano e opções de gestão e de políticas são colocadas nas necessidades dos tomadores de decisão (UK Ecosystem Assessment 2011).

Bem-estar humano: estado que depende do contexto e da situação, compreendendo, entre outras coisas, acesso ao material básico para uma boa vida, liberdade de escolha, saúde, boas relações sociais, segurança, paz de espírito, ambiente limpo e saudável e experiência espiritual (TEEB 2010).

Biodiversidade: significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isso inclui a diversidade dentro das espécies, entre espécies e de ecossistemas (Artigo 2 da CDB).

Biorremediação: processo biológico que ocorre naturalmente por organismos que vivem no solo, como bactérias, fungos e plantas (raízes), que metabolizam os contaminantes. Degradam os poluentes que se encontram na água ou no solo, a ainda capturam carbono ⁽³⁷⁸⁾.

Caminhos para «Instoração»: o contato com os espaços azuis leva à construção de novas capacidades, estimulando a saúde e o bem-estar, através do encorajamento às atividades físicas e coesão social: a construção dessas novas competências permite que os habitantes lidem melhor com problemas ambientais negativos no futuro (ou seja, para protegê-los).

Caminhos para mitigação: o contato com os espaços azuis atenua os efeitos nocivos dos problemas ambientais como a poluição da água, poluição do ar, poluição sonora e temperatura do ar (também conhecida como «via de redução de danos»).

Caminhos para restauração: o contato com os espaços azuis oferece um mecanismo de restauração, seja pela melhoria da regulação emocional e alívio do estresse, seja pelo aumento das capacidades cognitivas.

Capital natural: estoque ou reserva provida pela natureza que produz valor para as pessoas (economia e bem-estar), incluindo ecossistemas, espécies, água doce, minerais, ar, oceanos e processos naturais (GIZ, 2009).

Comportamento pró-social: comportamento social de ajudar ou beneficiar outras pessoas ou a sociedade.

Desalavancar: expurgar os efeitos do endividamento financeiro.

Ecossistema: complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos e seu ambiente não-vivo, como a água e o solo, interagindo como uma unidade funcional. Os ecossistemas podem ser terrestres e marinhos, interiores ou litorâneos, naturais ou modificados, como os rurais ou urbanos. Eles também podem variar em escala: de global a local. Os recifes de coral, as zonas úmidas, as florestas e os mangues são alguns exemplos de ecossistemas (MEA 2005).

⁽³⁷⁸⁾ <https://www.unifesp.br/campus/san7/ppgbb-linhas-de-pesquisa/579-ppgbb-biorremediacao>

Emoções positivas: fenômeno fisiológico, cognitivo, agradável e momentâneo.

Erosão: consiste, de forma simplificada, na desagregação, no transporte e na deposição das partículas do solo, podendo ser causada pela ação das chuvas (hídrica) ou pelo vento (eólica) (Embrapa, 2001).

Espaços azuis: espaços com predominância de corpos d'água como rios, lagos, lagoas, fontes, zonas costeiras e similares.

Espaços verdes: espaços com predominância de natureza verde, p. ex., parques, jardins e florestas, seja em áreas urbanas, periurbanas ou rurais.

Evapotranspiração: é a soma da evaporação da água pela superfície de solo mais a transpiração dos vegetais, passando para a atmosfera no estado de vapor, sendo parte do ciclo hidrológico.

Felicidade: experiência subjetiva agradável, positiva e duradoura. Sinônimo de bem-estar, satisfação com a vida, contentamento, plenitude e eudemonia.

Fitorremediação: utiliza plantas no local para a redução ou total remoção permanente de contaminantes de solos, águas, sedimentos e ar poluídos. É um processo que não demanda energia, é esteticamente agradável e tem ótimo custo-benefício. Retira elementos tanto orgânicos como inorgânicos, como zinco, cobre, magnésio, dentre outros. A quantidade de poluentes retirados pelas plantas deve ser considerada quando para consumo de animais, pois podem se tornar tóxicas ⁽³⁷⁹⁾.

Fórmula de alocação de recursos: procedimento de divisão orçamentária utilizada pela comissão de Felicidade Interna Bruta no Butão.

Funções ecossistêmicas: as interações entre os elementos de um ecossistema são chamadas de funções ecossistêmicas. Entre elas estão a produção de matéria e energia (fotossíntese), a reciclagem de matéria (ciclos biogeoquímicos) e a manutenção do equilíbrio de gases na atmosfera. Essas funções geram serviços ecossistêmicos quando os processos naturais subjacentes a suas interações desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano. Um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais do que um serviço ecossistêmico (MMA, 2018).

Hard engineering (engenharia pesada): a engenharia rígida é a base dos sistemas tradicionais, que dependem de manutenções constantes para o perfeito funcionamento, e em que pequenas falhas são pouco absorvidas, ou seja, o sistema é pouco resiliente.

Hedonismo: culto ao prazer.

Holístico: caracterizado pela compreensão das partes como interconectadas, consideração da integralidade e da complexidade.

Ilhas de calor: anomalia térmica resultante, entre outros fatores, das diferenças de absorção e armazenamento de energia solar pelos materiais constituintes da superfície urbana (INPE 2011).

Manguezal: ecossistema costeiro na transição entre o ambiente marinho e terrestre, com fauna e flora (mangues) características.

Mecanismo para criação de capacidade/competência: consulte a entrada «Caminhos para *Instoraração*».

⁽³⁷⁹⁾ <https://web.archive.org/web/20110719022451/http://arabidopsis.info/students/dom/mainpage.html>

Mecanismo para redução de danos: consulte «Via de mitigação».

Placemaking: abordagem multifacetada para o planejamento, *design* e gerenciamento de espaços públicos.

Psicologia positiva: ciência da felicidade, do bem-estar, das experiências subjetivas agradáveis e dos potenciais humanos.

Reservação: área de acomodação de águas das chuvas, substituindo as margens de inundação naturais dos rios para evitar inundações, enchentes, alagamentos e enxurradas em áreas urbanizadas.

Serviços ambientais: atividades humanas que favorecem a conservação e/ou melhoria dos ecossistemas e, conseqüentemente, dos serviços prestados por estes (FBG *et al.* 2017).

Serviços ecossistêmicos: contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas ao bem-estar humano (TEEB, 2010).

Serviços ecossistêmicos culturais: benefícios não materiais que as pessoas obtêm de ecossistemas (MEA 2005).

Soft engineering (engenharia leve): a engenharia flexível é aquela baseada nos sistemas naturais, criando soluções resilientes, que são capazes de absorver pequenas falhas e se autorregular.

Trade-offs (conflitos de escolhas): escolha que envolve perder uma dada quantidade de uma certa qualidade de um serviço ecossistêmico em troca de obter outro serviço. Em outras palavras, descreve uma troca na qual se desiste de uma coisa para conseguir uma outra coisa que também é desejada (GIZ 2019). Trocar algo por outro, fazer uma escolha em detrimento de outras opções.

Valoração econômica: processo de estimar um valor para um determinado bem ou serviço em um determinado contexto e expressá-lo em termos monetários (TEEB 2010).

Zona ripária: as zonas ripárias são as faixas adjacentes ao curso d'água que possuem relação direta com este. A abrangência da zona ripária pode ser determinada através das características geomorfológicas e ecológicas, uma vez que a área resulta em um corredor gênico ao longo da paisagem.

Contactar a UE

Pessoalmente

Em toda a União Europeia há centenas de centros de informação Europe Direct. Pode encontrar o endereço do centro mais próximo em: https://europa.eu/european-union/contact_pt

Telefone ou correio eletrónico

Europe Direct é um serviço que responde a perguntas sobre a União Europeia. Pode contactar este serviço:

— pelo telefone gratuito: 00 800 6 7 8 9 10 11 (alguns operadores podem cobrar estas chamadas),

— pelo telefone fixo: +32 22999696, ou

— por correio eletrónico, na página: https://europa.eu/european-union/contact_pt

Encontrar informações sobre a UE

Em linha

Estão disponíveis informações sobre a União Europeia em todas as línguas oficiais no sítio Europa:

https://europa.eu/european-union/index_pt

Publicações da UE

As publicações da UE, quer gratuitas quer pagas, podem ser descarregadas ou encomendadas no seguinte endereço: <https://op.europa.eu/pt/publications>. Pode obter exemplares múltiplos de publicações gratuitas contactando o serviço Europe Direct ou um centro de informação local

(ver https://europa.eu/european-union/contact_pt).

Legislação da UE e documentos conexos

Para ter acesso à informação jurídica da UE, incluindo toda a legislação da UE desde 1951 em todas as versões linguísticas oficiais, visite o sítio EUR-Lex em: <http://eur-lex.europa.eu>

Dados abertos da UE

O Portal de Dados Abertos da União Europeia (<http://data.europa.eu/euodp/pt>) disponibiliza o acesso a conjuntos de dados da UE. Os dados podem ser utilizados e reutilizados gratuitamente para fins comerciais e não comerciais.

As águas têm papel preponderante para a sustentabilidade urbana, tanto quando em excesso, quanto por este recurso estar cada vez mais escasso e contaminado.

SbN são inovações que regeneram áreas impactadas pela antropização, devolvendo funcionalidades ecológicas que melhoram a qualidade de vida das pessoas. São assim fundamentais para tornar o ciclo da água mais sustentável e resiliente.

Resultando do terceiro Diálogo Setorial EU-Brasil sobre SbN, esse livro concentra conhecimentos e experiências de uma diversidade de autores para fazer a ponte entre ciência e realização de novas visões para as cidades. Com isso, objetivamos trazer uma fonte de conhecimentos e inspiração para que novas visões mais ecológicas venham a se concretizar rapidamente, preparando as cidades para os desafios do presente e do futuro.

Estudos e Relatórios

