



METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE RISCOS E BENEFÍCIOS E GUIA DE INDICADORES

Ambientais, Econômicos e Sociais da
Implantação de Parques Lineares e Fluviais



GIZ- Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit.

Projeto: Support for Project Preparation for Urban Progress (SuPPUrbP).

Produto 3

Metodologia para Quantificação dos Riscos e Benefícios Ambientais, Econômicos e Sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) Adotadas na Implantação de Parques Lineares e Fluviais

Esse catálogo integra material de elaboração de Metodologia para quantificação dos riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais; Projeto Básico do Parque Linear do Córrego Bandeirantes, no município de Campinas- SP e Modelagem econômico financeira para manutenção do Parque Fluvial do Jardim Maravilha, no município do Rio de Janeiro- RJ.

Essa ação foi financiada com recursos do The City Climate Finance Gap Fund (“Gap Fund Initiative”), uma iniciativa entre Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Proteção ao Consumidor da Alemanha (BMUV), Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) e o Ministério do Meio Ambiente, Clima e Desenvolvimento Sustentável de Luxemburgo, e implementada por meio do projeto SuPPUrbP - City Climate Finance Gap Fund, pelo Banco Europeu de Investimento em parceria com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ), e Banco Mundial. Essa publicação foi realizada por uma equipe formada por consultores independentes sob a coordenação da Secretaria Municipal do Ambiente e Clima - SMAC, Rio de Janeiro - RJ) e da Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável- SVDS, Campinas - SP) e da GIZ. Todas as opiniões aqui expressas são de inteira responsabilidade dos autores, não refletindo necessariamente a posição da GIZ, da SMAC, da SVDS ou dos financiadores. Este documento não foi submetido à revisão editorial da GIZ.

A duplicação ou reprodução de partes do estudo (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e distribuição para fins não comerciais é permitida, desde que o The City Climate Finance Gap Fund (“Gap Fund Initiative”) seja citado como fonte da informação.



Apresentado por:

Guajava- Arquitetura da Paisagem e Urbanismo | Aquaflora
Meio Ambiente | Kralingen Economia Ambiental

Coordenação do produto: João Luis Bittencourt Guimarães

Coordenação geral dos produtos: Adriana Afonso Sandre e
Riciane Pombo

Autores:

Adriana Afonso Sandre; Catharina Lima; Daniel Thá; Dulce
Ferreira de Moraes; Erika Naomi de Souza Tominaga; Filipe
Chaves Gonçalves; Hanna Nahon Casarini; Jerusa Polo;
João Luis Bittencourt Guimarães; Marco Antonio Loschiavo
Leme de Barros; Mônica Bertoldi André; Reinaldo Pacheco;
Riciane Pombo; Sarah Daher.

Para:

The City Climate Finance Gap Fund / Deutsche Gesellschaft
für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Ana Carolina Câmara – Diretora de projetos
Eduarda Silva Rodrigues de Freitas – Assessora técnica
Kadri Sternberg – Gestora de projetos
Vanessa Bauer – Gestora de projetos

Ano:

Julho de 2023.

Equipe: Prefeitura Municipal de Campinas/SP

Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável- SVDS

Rogério Menezes, Secretário Municipal

Diretoria do Verde e Desenvolvimento Sustentável- DVDS

Ângela Cruz Guirao, Diretora

Alexandre Ariolli Nascimento, Arquiteto

Diretoria de Licenciamento Ambiental- DLA

Leandro André Silveira de Arruda Melo, Assessor Técnico

Rebeca Veiga Barbosa, Coordenadora

Rafaela Bonfante Lançone, Coordenadora

Gabriel Dias Mangolini Neves, Chefe de Setor

Geraldo Magela Martins Caldeira, Engenheiro Civil

Equipe: Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro/RJ

Secretaria Municipal do Ambiente e Clima- SMAC

Tainá de Paula, Secretária Municipal

Subsecretaria de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas- MA/SUBMC

Artur Miranda Sampaio, Subsecretário

Coordenadoria de Mudanças Climáticas

Tatiana Castelo Branco Dornellas

Gerência de Mudanças Climáticas- GMC, Coordenação do Projeto

José Miguel Osório de Castro Carneiro Pacheco, Gerente

Marcos Borges Pereira, Engenheiro Civil

Gerência de Restauração Ambiental- GRA

Jeferson Pecin Bravim, Gerente

Fundação Instituto das Águas do Município do Rio de Janeiro / RIO-ÁGUAS

Wanderson José dos Santos, Presidente de Fundação

Diretoria de Estudos e Projetos

Georgiane Costa, Diretora

Marlon Giovanni Lopes Alvarez, Engenheiro Civil

Bruno Costa Assunção, Engenheiro Civil

Rodrigo Oliveira do Nascimento, Engenheiro Civil

Ana Cristina Rodrigues Lopes, Engenheira Civil

Sumário

1	<i>APRESENTAÇÃO</i>	5
	<i>INTRODUÇÃO</i>	7

1.1	Os desafios para quantificação de benefícios das SbN	9
1.2	A importância de indicadores para mensuração	11
1.3	Padrão Global da IUCN sobre SbN	12

2	<i>SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS (E OUTROS BENEFÍCIOS) PROMOVIDOS PELOS PARQUES LINEARES/FLUVIAIS</i>	20
---	--	----

2.1	SE de Mitigação de inundações	20
2.2	SE de Redução de aporte de sedimentos a rios e lagos	21
2.3	SE de Recreação	22
2.4	Benefício de aumento de mobilidade	23
2.5	Benefício de coesão social	23
2.6	Benefício de melhoria das condições de saúde	23
2.7	Benefício de desenvolvimento econômico	24

3	<i>LEVANTAMENTO DE METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA</i>	25
---	--	----

3.1	EVERARD, M & WATERS R. (2013)	26
3.2	BROWN, C. et al. (2014)	28
3.3	COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)	29
3.4	NEUGARTEN et al. (2018)	32
3.5	COMISSÃO EUROPEIA (2021a)	33
3.6	BRILL et al., 2021	35
3.7	NATURAL CAPITAL PROJECT (2022)	37
3.8	CONNECTING NATURE (DUMITRU & LOURIDO, 2020)	39
3.9	CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL (2020)	44

4

ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO DAS METODOLOGIAS

46

5

METODOLOGIA SELECIONADA PARA QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS NO CONTEXTO DO PRESENTE ESTUDO

51

6

GUIA DE INDICADORES PARA QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS DE SBN EM PARQUES LINEARES/FLUVIAIS

55

6.1	INDICADORES DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS	56
6.2	INDICADORES DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	57
6.3	INDICADORES DE BENEFÍCIOS SOCIAIS	57

7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

64

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
----------------------------	----

ANEXO 1 - METODOLOGIAS DOS MODELOS INVEST SELECIONADOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS EM PARQUES LINEARES E FLUVIAIS	69
--	----

APRESENTAÇÃO

O presente produto faz parte do escopo do Projeto Support for Project Preparation for Urban Progress (SuPPUrbP) - PN 202091189, orientado pelo Termo de Referência (TdR), que refere-se à **Elaboração de metodologia para quantificação dos riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais; Projeto Básico do Parque Linear do Córrego Bandeirantes, no município de Campinas - SP e Modelagem econômico-financeira para manutenção do Parque Fluvial do Jardim Maravilha, no município do Rio de Janeiro - RJ.**

Este produto é o resultado das atividades de indicação de **Metodologia para quantificação dos riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais** e de elaboração de um **Guia de Indicadores** (atividades 5.2.3 e 5.2.4 do referido TdR).

O objetivo deste produto é sugerir uma metodologia robusta e de aplicação relativamente simples para avaliar de forma quantitativa e qualitativa como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais podem tornar as cidades mais habitáveis, mais saudáveis e mais justas para seus habitantes.

Os trabalhos para a elaboração deste produto consistiram principalmente:

- 1) de um levantamento das principais metodologias internacionais de quantificação de impactos de benefícios de SbN,
- 2) da avaliação dessas metodologias quanto a sua aplicabilidade na quantificação de benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza associadas a Parques Lineares e Fluviais,
- 3) da indicação da metodologia considerada mais adequada para quantificação dos benefícios acima indicados, e
- 4) da compilação de indicadores para mensuração de benefícios de ordem ambiental, social e econômica promovidos pela implementação e gestão de parques lineares e fluviais.

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta diferentes abordagens metodológicas para a avaliação de impactos de Soluções Baseadas na Natureza (notadamente positivos, ainda que efeitos indesejados possam ser também percebidos), sendo que as mesmas foram investigadas em relação ao atendimento a alguns critérios, para aferir quais são mais qualificadas para o propósito indicado (utilização prática como ferramentas para quantificação dos benefícios ambientais, econômicos e sociais de SbN adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais). A seguir são apresentados alguns conceitos que permitem inserir as SbN na abordagem de “infraestrutura verde urbana”.

Ecossistemas urbanos são definidos pela Comissão Europeia como sistemas socioecológicos compostos por infraestrutura verde e infraestrutura construída. Os ecossistemas urbanos são áreas onde vive a maior parte da população humana, sendo que os fluxos de matéria e energia das cidades afetam significativamente os outros tipos de ecossistemas, naturais ou rurais. As áreas urbanas representam principalmente habitats humanos, mas geralmente incluem áreas significativas para espécies animais sinantrópicas, que estão adaptadas a estes habitats modificados (COMISSÃO EUROPEIA, 2016).

Nesse âmbito, a infraestrutura verde urbana é entendida como a rede multifuncional de espaços verdes urbanos situados dentro dos limites do ecossistema urbano, ou seja, os espaços verdes urbanos são componentes estruturais da infraestrutura verde das cidades. Os espaços verdes urbanos são parcialmente ou totalmente cobertos por vegetação, incluindo todos os tipos de vegetação, desde uma única árvore até uma floresta urbana. (COMISSÃO EUROPEIA, 2016). A infraestrutura verde urbana é definida pela Comissão Europeia (2016) como “uma rede estrategicamente planejada de áreas naturais e seminaturais, com características ambientais projetadas e gerenciadas para fornecer uma ampla gama de serviços ecossistêmicos. Incorpora espaços verdes (ou azuis no caso de ecossistemas aquáticos) e outras estruturas físicas em áreas terrestres, de água doce e marinhas”.

O conceito de Soluções Baseadas na Natureza, que são definidas como ações de proteção, recuperação e manejo sustentável de ecossistemas naturais ou modificados, de forma que estas ações auxiliem na promoção do bem-estar humano e na proteção da biodiversidade local (IUCN, 2020), se relaciona com o conceito de “infraestrutura verde urbana”, na medida em que as SbN em áreas urbanas devem ser planejadas como elementos integrados e componentes de uma rede de áreas destinadas a prover serviços ecossistêmicos (e os benefícios deles derivados) para a população urbana.

As SbN podem auxiliar no aumento e na melhoria dos fluxos de serviços ecossistêmicos fundamentais para as pessoas, melhorando o acesso a estes serviços pelas populações urbanas e rurais. Estes serviços incluem processos de suporte à vida (por exemplo, ciclagem de nutrientes), regulação de processos ecológicos (por exemplo mitigação de inundações), além da melhoria do bem-estar humano (por exemplo, controle biológico de zoonoses, beleza cênica, oportunidades de recreação, etc).

Os serviços ecossistêmicos são classificados em 4 categorias principais, conforme a classificação adotada pela Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/ 2021): a)

serviços de provisão, b) serviços de suporte, c) serviços de regulação e d) serviços culturais, conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - Categorias de serviços ecossistêmicos, conforme legislação brasileira

SERVIÇOS DE PROVISÃO
Fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização, tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros.
SERVIÇOS DE SUPORTE
Mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético.
SERVIÇOS DE REGULAÇÃO
Concorrem para a manutenção da estabilidade dos processos ecossistêmicos, tais como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, a manutenção do equilíbrio do ciclo hidrológico, a minimização de enchentes e secas e o controle dos processos críticos de erosão e de deslizamento de encostas.
SERVIÇOS CULTURAIS
Constituem benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, entre outros.

Fonte: Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021

Os benefícios advindos de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) podem ser categorizados em grandes grupos (BROWN et al., 2014) como:

- Entrega otimizada de serviços (alguns serviços ecossistêmicos derivados das SbN não encontram similar humano com a mesma eficiência e disponibilidade, como por exemplo a polinização, ou a provisão de água);
- Redução de riscos de desastres, riscos de escassez, riscos de desregulação de processo naturais (por exemplo, o clima);
- Valor financeiro direto (quando o serviço ecossistêmico se trata da provisão de um bem de valor comercial, como água, alimento, madeira, etc);
- Diversificação econômica (ao trazer novas alternativas econômicas para uma localidade ou região, como por exemplo lazer e turismo);
- Valores culturais ou espirituais (relacionados a princípios como identidade, tradição, coesão social, recreação e espiritualidade).



© IUCN

Figura 1 - Representação gráfica dos princípios inerentes ao conceito de Soluções Baseadas na Natureza (fonte: IUCN, 2020)

1.1 Os desafios para quantificação de benefícios das SbN

Apesar de sua importância, as SbN ainda são mal compreendidas e insuficientemente monitoradas, o que nem sempre permite uma correta avaliação de seus impactos positivos, principalmente na forma de quantificação do incremento na oferta de serviços ecossistêmicos.

Segundo a Comissão Europeia (2021a), é clara a necessidade de métodos, estruturas de avaliação e indicadores robustos que permitam a quantificação e os múltiplos níveis de interação associados às SbN, desde o planejamento até a implementação.

A construção de um arcabouço de evidências acerca dos benefícios das SbN é um passo fundamental para o aumento da aceitação destas soluções como formas efetivas de se tratar problemas associados ao ambiente urbano, tais como questões de saúde física e mental, controle de zoonoses, drenagem e outros aspectos. E é dentro desta necessidade que se faz extremamente importante o desenvolvimento de metodologias simples e eficazes para o monitoramento e a quantificação dos benefícios advindos da implementação de Soluções Baseadas na Natureza em ambientes urbanos.

Segundo CONNOP et al. (2020) para as SbN se tornarem mais difundidas, desbloqueando oportunidades de expansão e ampliação, há necessidade de uma estrutura de avaliação mais holística para entender seus benefícios, co-benefícios e desvantagens, de modo que decisões baseadas em uma abordagem custo-benefício possam ser tomadas. BRILL et al (2021) defendem que a contabilização de benefícios advindos da SbN ajuda a construir o “*business case*” para as “soluções verdes”, apoiando assim sua implementação de uma forma mais generalizada.

O principal desafio para a definição de metodologias para quantificação dos riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) é que ainda não há métodos padronizados e amplamente reconhecidos para identificar, estimar e monitorar os benefícios que as SbN podem proporcionar, tornando difícil convencer tomadores de decisão sobre investimentos nessas soluções (BRILL et al., 2021). Outro fator que deve ser levado em conta é que esta avaliação quantitativa depende em grande parte do tipo de SbN que se pretende avaliar, assim como os seus beneficiários diretos e indiretos.

Segundo BRILL et al. (2021), é fundamental identificar e engajar partes interessadas e beneficiários para identificação de benefícios nas fases de desenho e implementação das SbN, bem como coletar dados ao longo das fases do projeto, para a posterior quantificação dos benefícios destas intervenções verdes na paisagem.

Conforme a iniciativa Connecting Nature, é preciso que a avaliação de SbN seja capaz de identificar os pontos fortes e fracos de intervenções específicas à luz dos objetivos de planejamento estratégico das cidades¹.

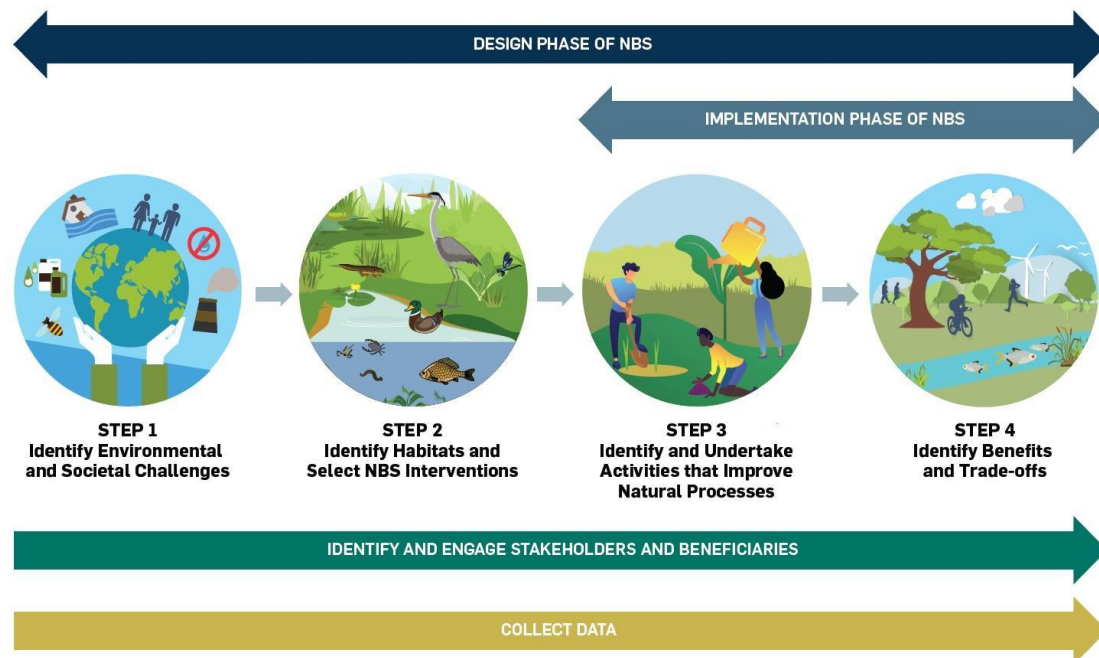


Figura 2 - Etapas propostas a serem seguidas para identificação de benefícios nas fases de design e implementação do SbN (Fonte: BRILL et al., 2021)

¹ Disponível em: <https://connectingnature.eu/innovations/impact-assessment>

1.2 A importância de indicadores para mensuração de benefícios das SbN

Segundo BROWN *et al.*, 2014, a medição e a comunicação do progresso em relação às metas de uma política, programa ou projeto são realizadas principalmente por meio do uso de indicadores. Os indicadores podem desempenhar um papel central na tomada de decisões e na gestão adaptativa, além de fornecer uma importante interface entre ciência e política. Em diferentes esferas administrativas os indicadores de serviços ecossistêmicos podem apoiar processos de contabilidade de ecossistemas, assim como relatórios de capital natural, facilitando a integração de uma abordagem ecossistêmica em políticas e planos de desenvolvimento. Os usos para tais indicadores incluem:

- tomadas de decisão e definição de políticas públicas;
- planejamento para um desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável;
- avaliar, rastrear e relatar mudanças em ecossistemas e seus efeitos na economia e bem-estar humano; e
- gestão dos ecossistemas.

Ainda que o uso de indicadores seja considerado a forma mais adequada para mensuração de benefícios relacionados ao incremento ou à manutenção de serviços ecossistêmicos (e, por consequência, de Soluções Baseadas na Natureza), BROWN *et al.* (2014) indicam que o desenvolvimento de indicadores de serviços ecossistêmicos é bastante desafiador, pois sua capacidade de transmitir informações sobre os serviços ecossistêmicos é baixa em geral, embora varie amplamente entre os serviços. Além disso, segundo os autores, os indicadores disponíveis para a maioria dos serviços ecossistêmicos não são abrangentes e muitas vezes são inadequados para caracterizar a diversidade e complexidade dos benefícios que eles fornecem. Outro grande problema é que muitas vezes, os dados disponíveis são insuficientes para apoiar o uso desses indicadores. Estas limitações são mais evidentes ainda quando se trata de indicadores de serviços culturais.

É importante que os resultados obtidos pela aplicação de indicadores de fluxos de serviços ecossistêmicos possam ser facilmente traduzíveis em benefícios tangíveis para as pessoas, visto que os serviços ecossistêmicos, por definição, são fluxos de material, energia ou informação derivados de “estoques de capital natural” (sistemas naturais ou semi-naturais) e que proporcionam bem-estar humano (CONSTANZA *et al.*, 1997). Por exemplo, uma solução baseada na natureza pode ser muito efetiva para reduzir a turbidez da água captada para abastecimento público; porém, este ganho ambiental só será valorizado pela sociedade em geral se puder ser traduzido em um benefício facilmente perceptível pela população afetada; no exemplo em questão, isso poderia ser proporcionado pela divulgação da economia nos custos de tratamento de água (ainda que esta percepção só será completa se houver consequente redução nas tarifas aos consumidores). As dificuldades para expressar esses ganhos na forma de benefícios sociais ou culturais são maiores ainda quando indicadores quantitativos não são aplicáveis (usando o mesmo exemplo, a redução da turbidez pode tornar os corpos d’água mais agradáveis do ponto

de vista estético para as pessoas que têm contato visual ou físico com estas águas, mas o “ganho estético” é muito difícil de mensurar).

Um outro ponto importante é que uma estrutura robusta de avaliação de impactos de SbN implica reflexão cuidadosa e planejamento de processos de monitoramento e avaliação ainda na fase de design das SbN, já que, por definição, as SbN são multifuncionais e uma só SbN entrega um conjunto de benefícios, por isso é importante que sejam definidos indicadores para todos eles (DUMITRU & LOURIDO, 2020).

1.3 Padrão Global da IUCN sobre Soluções Baseadas na Natureza

Antes de se discorrer sobre as metodologias de quantificação de impactos de SbN avaliadas, são aqui apresentadas diretrizes para correta classificação de um projeto ou intervenção como SbN, com base em um padrão desenvolvido pela organização internacional que se dedicou fortemente a catalisar as discussões sobre princípios a serem seguidos pelas SbN.

Há muitos anos a IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) realiza iniciativas inovadoras de conservação que ajudam simultaneamente a proteger, gerenciar e restaurar o meio ambiente, proporcionando benefícios tangíveis e sustentáveis para as pessoas. Este tipo de abordagem é agora amplamente conhecido como Soluções Baseadas na Natureza (SbN). A IUCN cunhou a primeira definição global de SbN em 2016: *“Ações para proteger, usar de forma sustentável, gerenciar e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando bem-estar humano e benefícios para a biodiversidade”*. (IUCN, 2020)

Os fundamentos das SbN são derivados de práticas estabelecidas, como restauração de paisagens florestais, gestão integrada de recursos hídricos, adaptação e mitigação climáticas baseadas em ecossistemas e redução do risco de desastres baseada em ecossistemas, várias das quais foram desenvolvidas ou apoiadas pela IUCN no final dos anos 1990 e início dos anos 2000. Desde então, governos, empresas, academia e organizações não governamentais continuaram a demonstrar o valor destas práticas por meio de políticas, programas e projetos que se valem de elementos naturais para tratar de questões que beneficiam as pessoas e a sociedade em geral.

O Padrão Global da IUCN sobre Soluções Baseadas na Natureza (*Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NBS*, IUCN, 2020) visa garantir que a aplicação dessa abordagem seja confiável, e que sua adoção seja monitorada e medida para gerenciamento adaptativo, para que suas contribuições possam inspirar outras pessoas e organizações. O padrão criado pela IUCN para identificar se uma ação pode ser classificada como SbN consiste em 8 diretrizes e 28 Indicadores (figura 3).

Conforme o Padrão IUCN, a Diretriz 1 descreve o processo para determinar o(s) desafio(s) social(is) que as partes interessadas e os detentores de direitos enfrentam, bem como estabelecer uma compreensão das oportunidades e desafios associados. O desenho da solução deve ter como objetivo enfrentar o desafio, levando em consideração os contextos sociais, econômicos e ambientais mais amplos dentro dos quais o desafio e a solução existem, de acordo com o Critério 2. A Diretriz 2 aborda a aplicabilidade conforme a escala de intervenção e suas

relações e conexões não apenas no eixo biofísico e geográfico como também na esfera econômica e política. As Diretrizes 3, 4 e 5 descrevem processos que podem aumentar as chances de resultados positivos para a biodiversidade, a sociedade e a economia. No entanto, para atingir esses três critérios com relação aos resultados imediatos, de curto e longo prazo, é necessário determinar e fazer compensações, que são abordadas diretamente na Diretriz 6, a fim de dar visibilidade a esse problema e importância. Os processos de tomada de decisão para quaisquer trocas feitas precisam ser transparentes e equitativos e podem estar dentro do contexto de um ou mais das diretrizes 3, 4 e 5. Além disso, princípios de gerenciamento adaptativo sustentados por uma teoria de mudança e processos de aprendizado iterativos, de acordo com a Diretriz 7, também podem aumentar o sucesso das SbN. A Diretriz 8 concentra-se nos processos de integração das SbN em escalas espaciais e temporais, por meio das quais as ações e impactos podem ser sustentados além de projetos autônomos, a fim de realizar plenamente o potencial da natureza como uma ferramenta que fornece uma solução para os desafios da sociedade.

Segue abaixo a descrição da IUCN para cada uma das 8 diretrizes e seus respectivos indicadores:

Diretriz 1: A SbN enfrenta de forma eficaz os desafios sociais.

O objetivo desta Diretriz é garantir que a SbN seja planejada e projetada como uma resposta a um ou mais desafios sociais identificados como uma prioridade por aqueles que estão ou irão ser diretamente afetados. Todas as partes interessadas, especialmente detentores de direitos e beneficiários das SbN, devem estar envolvidos no processo de tomada de decisão usado para identificar o(s) desafio(s) prioritário(s) (Diretriz 5).

Indicadores:

- 1.1 O(s) desafio(s) social(is) mais urgente(s) para titulares de direitos e beneficiários são priorizados;
- 1.2 Os desafios sociais abordados são claramente compreendidos e documentados;
- 1.3 Os resultados de bem-estar humano decorrentes das SbN são identificados, comparados e avaliados periodicamente.

Desafios sociais: Mudanças climáticas, mitigação e adaptação; redução do risco de desastres; desenvolvimento econômico e social; saúde; segurança alimentar; segurança hídrica; degradação ambiental e perda de biodiversidade.



Figura 3 - Principais desafios sociais abordados pelas SbN. Os primeiros seis desafios, da esquerda para a direita, foram formulados dentro da definição da IUCN (IUCN, 2016). O sétimo desafio social, reverter a degradação do ecossistema e a perda de biodiversidade, foi o resultado da segunda consulta pública sobre o Padrão IUCN (fonte: IUCN, 2020)

Diretriz 2: O planejamento da SbN é baseado na escala de intervenção (biofísica, geográfica, econômica, política e cultural).

O objetivo desta Diretriz é encorajar projetos de SbN que reconheçam a complexidade e a incerteza que ocorrem em ambientes terrestres/marítimos dinâmicos. A escala se aplica não apenas à perspectiva biofísica ou geográfica, mas também à influência dos sistemas econômicos, estruturas políticas e à importância das perspectivas culturais. A infraestrutura de SbN deve ser desenvolvida a partir das interações entre diferentes aspectos de uma paisagem terrestre/marítima usando uma estrutura de três escalas, são elas: que considera as partes dentro da paisagem terrestre/marítima; a própria paisagem terrestre/marinha; e o ambiente mais amplo em torno da paisagem terrestre/marítima. O planejamento de uma SbN deve manter a capacidade produtiva dos ecossistemas, bem como a produção de benefícios necessários para o bem-estar humano.

Indicadores:

2.1 O planejamento da SbN reconhece e responde às interações entre a economia, a sociedade e os ecossistemas;

2.2 O planejamento da SbN é integrado com outras intervenções complementares e busca sinergias entre os setores;

2.3 O planejamento da SbN incorpora identificação e gerenciamento de riscos além do local de intervenção.

Diretriz 3: A SbN resulta em um ganho líquido para a biodiversidade e integridade dos ecossistemas.

O objetivo desta Diretriz é a importância da mensuração dos benefícios através da implantação da SbN. As SbN resultam em benefícios para a biodiversidade e a integridade do ecossistema, ou seja, as soluções a serem implementadas dependem da qualidade do ecossistema na qual a SbN se baseia. A perda de biodiversidade e a mudança do ecossistema podem ter impactos significativos no funcionamento e na integridade do sistema. Portanto, o projeto e a implementação da SbN devem evitar prejudicar a integridade do sistema e, em vez disso, buscar proativamente aprimorar a funcionalidade e a conectividade do ecossistema. Isso também pode garantir a resiliência e durabilidade de longo prazo do SbN.

Indicadores:

3.1 As ações de SbN respondem diretamente à avaliação baseada em evidências do estado atual do ecossistema e aos principais fatores de degradação e perda;

3.2 Resultados claros e mensuráveis da conservação da biodiversidade são identificados, comparados e avaliados periodicamente;

3.3 O monitoramento inclui avaliações periódicas de consequências adversas não intencionais na natureza decorrentes da SbN;

3.4 Oportunidades para melhorar a integridade e conectividade do ecossistema são identificadas e incorporadas à estratégia da SbN.

Diretriz 4: A SbN é economicamente viável.

O objetivo desta Diretriz é apresentar a importância da relação custo-benefício e viabilidade econômica não apenas na fase de projeto, como também de sua implementação e manutenção. O retorno do investimento, a eficiência e eficácia da intervenção e a equidade na distribuição de benefícios e custos são os principais determinantes do sucesso de uma SbN.

Para que a SbN seja sustentável, deve haver forte consideração dos aspectos econômicos, pois, muito provavelmente, os ganhos de longo prazo devem ser equilibrados com os custos de curto prazo, com ações de curto prazo desenvolvidas no contexto de metas de longo prazo (ao longo de gerações) e planos.

Ferramentas baseadas em evidências para a avaliação da viabilidade econômica, juntamente com ideias para contribuições das SbN para mercados/empresas, incentivam o financiamento da SbN, aumentando assim a probabilidade de seu sucesso a longo prazo.

Indicadores:

4.1 Os benefícios e custos diretos e indiretos associados à SbN, quem paga e quem beneficia, são identificados e documentados;

4.2 Um estudo de custo-benefício é fornecido para apoiar a escolha da SbN, incluindo o provável impacto de quaisquer regulamentações e subsídios relevantes;

4.3 A eficácia do planejamento da SbN é justificada face às soluções alternativas disponíveis, tendo em conta quaisquer externalidades associadas;

4.4 O planejamento da SbN considera um portfólio de opções de recursos, como compromissos voluntários do setor público, baseados no mercado e ações para apoiar a conformidade regulatória.

Diretriz 5: A SbN é baseada em processos de governança inclusivos, transparentes e empoderadores.

O objetivo desta Diretriz é exigir que a SbN reconheça, envolva e responda às preocupações de das diversas partes interessadas, especialmente detentores de direitos. Os arranjos de boa governança não apenas reduzem os riscos de sustentabilidade de uma intervenção, mas também aumentam sua “licença social para operar”.

No mínimo, a SbN deve aderir e se alinhar com as disposições legais e regulamentares vigentes, sendo claro sobre onde estão as responsabilidades legais. No entanto, precisará ser complementada com mecanismos auxiliares que envolvam e empoderem ativamente as comunidades locais e outras partes interessadas afetadas.

Indicadores:

5.1 Um mecanismo de feedback e resolução de reclamações definido e totalmente acordado está disponível para todas as partes interessadas antes que uma intervenção de SbN seja iniciada;

5.2 A participação é baseada no respeito mútuo e na igualdade, independentemente de gênero, idade ou condição social, e defende o direito de Povos Indígenas ao Consentimento Livre, Prévio e Informado (FPIC);

5.3 As partes interessadas direta e indiretamente afetadas pela SbN foram identificadas e envolvidas em todos os processos da intervenção da SbN;

5.4 Os processos de tomada de decisão documentam e respondem aos direitos e interesses de todas as partes interessadas participantes e afetadas;

5.5 Onde a escala da SbN se estende além dos limites jurisdicionais, são estabelecidos mecanismos para permitir a tomada de decisão conjunta das partes interessadas nas jurisdições afetadas.

Diretriz 6: A SbN equilibra de forma equitativa as compensações entre a realização de seu(s) objetivo(s) primário(s) e o fornecimento contínuo de múltiplos benefícios.

O objetivo desta Diretriz é exigir que as compensações sejam geridas de forma eficaz e equitativa mesmo que os benefícios sejam distintos e valorizados de formas diferentes. Para isto, o processo deve ser justo, transparente e inclusivo tanto em relação ao espaço geográfico quanto ao longo do tempo, isso envolve uma avaliação confiável, divulgação completa e acordo entre as partes interessadas mais afetadas sobre como as compensações devem ser abordadas. A negociação justa e transparente de compensações entre as partes potencialmente afetadas por quaisquer danos ou compensações às oportunidades e meios de subsistência locais fornece a base para resultados de SbN bem-sucedidos a longo prazo.

Indicadores:

6.1 Os custos e benefícios potenciais das compensações associadas à intervenção de SbN são explicitamente reconhecidos e informam as normativas e quaisquer ações corretivas apropriadas;

6.2 Os direitos, uso e acesso à terra e aos recursos, juntamente com as responsabilidades das diferentes partes interessadas, são reconhecidos e respeitados;

6.3 As normativas estabelecidas são revisadas periodicamente para garantir que os limites de compensação mutuamente acordados sejam respeitados e não desestabilizem toda a SbN.

Diretriz 7: A SbN é gerenciada de forma adaptativa, com base em evidências.

O objetivo desta Diretriz é exigir que o planejamento das SbN inclua previsões para permitir o gerenciamento adaptativo como uma resposta à incerteza e como uma opção para aproveitar efetivamente a resiliência do ecossistema. A abordagem do manejo adaptativo é baseada em evidências fornecidas pelo monitoramento e avaliação regulares, com base na compreensão científica, bem como no conhecimento local, permitindo ajustes e adequações de acordo com os resultados obtidos ao longo do tempo no contexto do desafio enfrentado. Ao adotar proativamente uma abordagem de gestão adaptativa, a SbN pode continuar a ser relevante durante o ciclo de vida da intervenção e o risco de redundância e investimentos ociosos minimizados.

Indicadores:

7.1 Uma estratégia de SbN é estabelecida e utilizada como base para monitoramento e avaliação regular da intervenção;

7.2 Um plano de monitoramento e avaliação é desenvolvido e implementado ao longo do ciclo de vida da intervenção;

7.3 Uma estrutura para aprendizagem iterativa que permite o gerenciamento adaptativo é aplicada ao longo do ciclo de vida da intervenção.

Diretriz 8: A SbN é sustentável e integrada dentro de um contexto jurisdicional apropriado.

O objetivo desta Diretriz é exigir que as intervenções de SbN sejam concebidas e geridas com vista à sustentabilidade a longo prazo e que considerem, trabalhem e se alinhem com os quadros políticos setoriais, nacionais e outros. As SbN são projetadas e gerenciadas para serem complementares às estruturas institucionais, políticas, planos, leis, regulamentos e intervenções próximas (ver Diretriz 2 e Diretriz 7 de). Ao apoiar a aceitação e ampliação das SbN ao longo do tempo e além do cronograma de execução da intervenção, os profissionais devem garantir que a SbN tenha uma trajetória de longo prazo que se estenda por várias décadas, com o objetivo de garantir que as SbN permitam sua própria integração entre período de execução e retorno dos benefícios para que as soluções persistam ao longo do tempo.

Para garantir isto, existem várias abordagens para a integração das SbN, no entanto, é importante que todos contem com comunicações estratégicas e divulgação. No âmbito público deve ser considerada, ao menos, a inclusão de indivíduos (por exemplo, a sociedade civil e estudantes), instituições (por exemplo, governo nacional, *start-ups*, empresas e organizações) e redes globais (por exemplo, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, Acordo de Paris, etc).

Indicadores:

8.1 O planejamento, implementação e lições aprendidas da SbN são compartilhados para desencadear mudanças transformadoras;

8.2 A SbN informa e aprimora as estruturas facilitadoras de políticas e regulamentos para apoiar sua aceitação e integração;

8.3 Onde relevante, a SbN contribui para metas nacionais e globais para o bem-estar humano, mudança climática, biodiversidade e direitos humanos, incluindo a Declaração das Nações Unidas sobre os Direitos dos Povos Indígenas (UNDRIP).

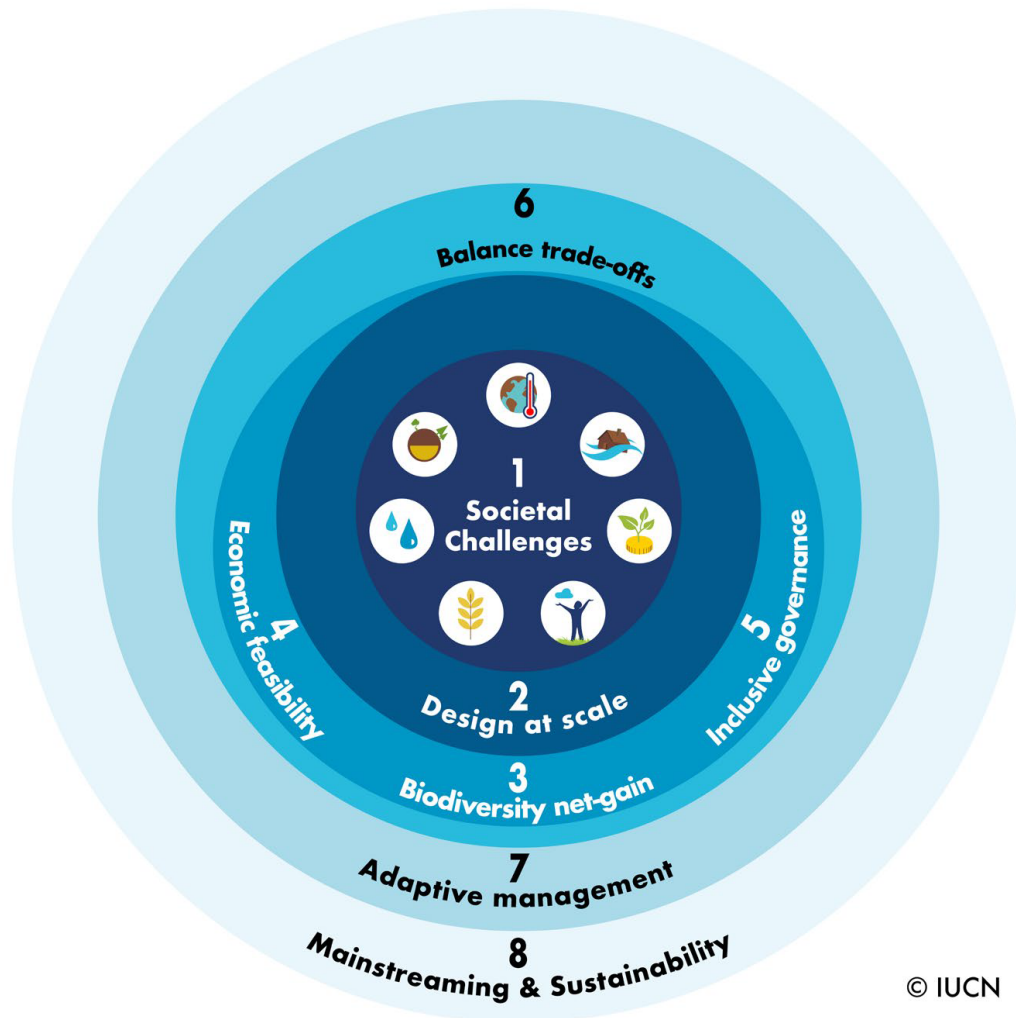


Figura 4 - Diretrizes do Padrão Global da IUCN sobre Soluções baseadas na Natureza (fonte: IUCN, 2020)

Relação das diretrizes do Padrão Global da IUCN com a quantificação de impactos de SbN

Segundo a IUCN (2020), os resultados de bem-estar humano decorrentes de SbN devem ser identificados, avaliados e comparados periodicamente. As SbN devem entregar benefícios tangíveis e relevantes para o bem-estar humano. Metas específicas, mensuráveis, alcançáveis, realistas e temporais (do tipo SMART²) devem ser sempre usadas como referencial dos benefícios que se deseja obter, pois são importantes para a prestação de contas e para subsidiar uma gestão adaptativa. Esta necessidade de uma avaliação necessária e robusta de impactos das SBN está associada às diretrizes 1: “A SbN enfrenta de forma eficaz os desafios sociais” e 7: “A SbN é gerenciada de forma adaptativa, com base em evidências.”

Conforme a mesma publicação, um plano de monitoramento e avaliação é um requisito fundamental para entender se a estratégia de SbN planejada efetivamente entrega os

² A metodologia SMART foi desenvolvida no início dos anos 1980 pelo consultor George T. Doran. SMART — que em inglês é um adjetivo que significa “esperto”, “inteligente” ou “astuto” — é um acrônimo de Específico, Mensurável, Alcançável, Realista e Temporal (considera prazos). Portanto, uma meta SMART incorpora todos esses critérios para ajudar a concentrar seus esforços e aumentar as chances de atingir suas metas

resultados pretendidos e, assim, enfrenta eficazmente o desafio social; permite também a identificação de riscos ou impactos inesperados, que sinalizam que uma mudança de estratégia ou ação é necessária. Se as SbN tiverem sinergias com outras intervenções ou abordagens, estas devem ser incluídas no plano de monitoramento e avaliação (IUCN, 2020).

A publicação ainda apresenta um estudo de caso para uma bacia do Quênia, no qual uma modelagem de cenários para a bacia do Rio Tana foi desenvolvida para investigar os impactos de 1) mudar a operação da infraestrutura construída existente, 2) adicionar nova infraestrutura (por exemplo uma nova barragem e grandes novos esquemas de irrigação) ou de investir mais em infraestrutura natural. Os resultados mostraram que aumentar os investimentos atuais em infraestrutura natural na parte alta da bacia, como os que estão sendo realizados pelo Nairobi Water Fund, provavelmente melhoraria ainda mais o desempenho da infraestrutura construída (barragens) e salvaguardaria os benefícios mesmo em face de mudanças climáticas futuras. O total de benefícios gerados pelos fluxos de serviços ecossistêmicos incrementados pelo aumento de infraestrutura natural equivaleria a cerca de US\$ 450 milhões ao ano. (IUCN, 2020).

2 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS (E OUTROS BENEFÍCIOS) PROMOVIDOS PELOS PARQUES LINEARES/FLUVIAIS

A Comissão Europeia (COMISSÃO EUROPEIA, 2016a), a IUCN (COHEN-SHACHAM et al., 2016), e outros estudiosos relacionam SbN ao conceito de serviços ecossistêmicos (SE) e capital natural (Eggermont et al., 2015; Maes e Jacobs, 2017; Nesshover et al., 2017; Potschin et al., 2016, apud ALMENAR et al., 2021). Conforme sugerido pela CE, a IUCN e declarado mais diretamente por outros autores (Albert et al., 2019; Bush e Doyon, 2019, apud ALMENAR et al., 2021), as SbN contêm estoques de capital natural ou são ações para manter e aumentar o fluxo de SE. Por exemplo, Eggermont et al. (2015, apud ALMENAR et al., 2021) classificam as SbN em relação às suas contribuições aos ecossistemas, vinculando diretamente SE e SbN: i) melhor uso de ecossistemas; ii) gestão sustentável e multifuncional de ecossistemas; e iii) desenho e gestão de novos ecossistemas.

O escopo dos principais desafios sociais enfrentados pelas SbN inclui mudanças climáticas (adaptação e mitigação), redução do risco de desastres, degradação do ecossistema e perda de biodiversidade, segurança alimentar, saúde humana, desenvolvimento social e econômico e segurança hídrica, mas outros desafios específicos também vêm sendo reconhecidos neste âmbito (IUCN, 2020). Um aspecto fundamental das SbN é que geralmente oferecem múltiplos benefícios, sendo que uma intervenção de SbN normalmente colabora com a mitigação de um conjunto de problemas (UNEP, 2022).

Apresenta-se aqui uma breve listagem dos principais serviços ecossistêmicos que podem ser proporcionados ou incrementados a partir da implementação de parques lineares/fluviais e das SBN a eles associadas, sendo estes principalmente serviços ecossistêmicos de regulação (como a mitigação de inundações e a redução do aporte de sedimentos) e culturais (como a recreação); para classificar algum benefício como serviço ecossistêmico tomou-se como referência a classificação internacional de serviços ecossistêmicos CICES³ (*Common International Classification of Ecosystem Services*). Também são indicados alguns benefícios que são indiretamente decorrentes do incremento destes e de outros serviços ecossistêmicos (tais como aumento de mobilidade, bem-estar social, e outros), mas que não estão listados pela CICES como serviços ecossistêmicos (em alguns casos, como o bem-estar, são indicados como benefícios de um determinado SE). Também são apresentados indicadores relacionados a estes serviços ecossistêmicos e benefícios (estes indicadores são revisitados de forma detalhada na seção “Guia de indicadores”).

2.1 SE de Mitigação de inundações

A capacidade das áreas naturais para reduzir a incidência e a gravidade das inundações associadas a chuvas intensas tem sido estudada há várias décadas (ANDRÉASSIAN, 2004, HAMILTON, 2008). Ainda que a magnitude de enxurradas e inundações dependa majoritariamente de fatores externos à paisagem onde elas ocorrem (como eventos de chuvas volumosas e concentradas em pouco tempo), ela pode ser exacerbada ou reduzida devido a

³ Disponível em: <https://cices.eu/>

padrões de uso da terra que afetam o escoamento superficial, a infiltração e o armazenamento de água.

De acordo com HAMILTON (2008), ao manter ou aumentar a infiltração e a capacidade de armazenamento de água no solo, as florestas e outros tipos de vegetação natural influenciam a temporalidade e a quantidade do escoamento superficial para os rios, podendo retardar e amenizar picos de vazão; tal relação também foi observada em bacias experimentais no Rio Grande do Sul (TUCCI & CLARKE, 1997). A manutenção da vegetação natural em bacias hidrográficas pode reduzir enxurradas e picos de cheias, diminuindo os impactos das inundações locais. As bacias florestadas geralmente registram uma menor frequência e taxa de pico de vazão para tempestades de pequeno e médio porte, principalmente na escala de microbacia (CALDER *et al.*, 2007).

FRIEDRICH (2007) defende que o parque linear se apresenta como alternativa à canalização, a qual se baseia na retificação, na impermeabilização e, por vezes, até mesmo no tamponamento do leito, ao permitir a infiltração e a vazão mais lenta da água durante eventos de cheia. SANTOS & CAMPOS (2006) argumentam que é importante dar usos coletivos às margens e planícies de inundação de rios urbanos, para evitar sua ocupação por usos residenciais ou comerciais nestas reconhecidas áreas de risco, pois a criação de uma área de lazer funciona como artifício motivador da adoção coletiva e proteção desse espaço, e, de certa forma, desencoraja ocupações irregulares.

Indicadores para quantificação do serviço ecossistêmico (detalhes no Guia de indicadores):

- Escoamento superficial
- Relação escoamento superficial/precipitação
- Escoamento subterrâneo
- Vazão máxima
- Área inundada
- População afetada por inundação
- Perdas econômicas por evento de inundação

2.2 SE de Redução de aporte de sedimentos a rios e lagos

A mais comum contribuição que a vegetação proporciona para o equilíbrio hidrológico das bacias hidrográficas é manter uma boa qualidade da água (HAMILTON, 2008). A redução da exportação de sedimentos para corpos d'água pode ser atingida por meio da “captura”, pelas matas ciliares e várzeas, de sedimentos transportados pelo escoamento superficial. Estas áreas naturais ripárias atuam como zonas tampão que filtram sedimentos, nutrientes e contaminantes antes que eles alcancem a água (Van Noordwijk *et al.*, 1998; Ranieri *et al.*, 2004; Dosskey *et al.*, 2010, apud CREED & VAN NOORDWIJK, 2018), limitando o carreamento de sedimentos que turvam a água e diminuem sua qualidade (Neary *et al.*, 2009, apud CREED & VAN NOORDWIJK,

2018). Além disso, as matas ciliares são particularmente importantes para reduzir a erosão de barrancos (Verbist et al., 2010 apud CREED & VAN NOORDWIJK, 2018).

As florestas podem ter influência direta na qualidade da água em corpos d'água, afetando principalmente temperatura, demanda biológica de oxigênio, e concentrações de sedimentos e nutrientes (Stelzer et al., 2003; Moore et al., 2005, apud CREED & VAN NOORDWIJK, 2018). Essa retenção de sedimentos por ecossistemas naturais aumenta a qualidade da água potável, pois os sólidos em suspensão afetam diretamente o nível de turbidez da água, que deve ser diminuído ao mínimo possível, para fins de abastecimento público. Além disso, sedimentos podem transportar substâncias químicas e patógenos, bem como danificar os equipamentos de captação e distribuição de água. (GUIMARÃES et al, 2018).

Sem dúvida as áreas mais prioritárias para realização dos serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos são as áreas de “pé de encosta” e de planícies fluviais, onde ocorrem processos de interação entre as partes terrestres e aquáticas da bacia, sendo esta região conhecida como zona ripária (faixas de terras marginais aos corpos d'água); estas zonas ripárias, quando bem vegetadas, constituem a última barreira de proteção dos corpos d'água contra a poluição por erosão.

Indicadores para quantificação do serviço ecossistêmico (detalhes no Guia de indicadores):

- Índice de Qualidade de Água⁴
- Carga de sedimentos (descarga sólida)

2.3 SE de Recreação

Segundo Friedrich (2007), o parque linear estimula a coesão social, além de viabilizar a promoção recreacional e educacional. As áreas verdes urbanas, como os parques lineares, oferecem espaços para atividades esportivas, contemplativas e de recreação essenciais para a saúde física e mental dos cidadãos, e que muitas vezes não estariam facilmente disponíveis de outras formas (principalmente em bairros de baixa renda das grandes cidades brasileiras, onde as opções de lazer são geralmente escassas).

Indicadores para quantificação do serviço ecossistêmico (detalhes no Guia de indicadores):

- Relação área verde/habitante
- Relação área verde/área total
- Distância média para áreas verdes públicas
- Visitantes em áreas verdes públicas

⁴ Deve-se atentar ao fato de que pontos de monitoramento de qualidade de água a serem utilizados para avaliação de impactos de SbN não podem ter influência significativa de pontos de descarga de efluentes sanitários a montante. O mesmo vale para o indicador de carga de sedimentos.

2.4 Benefício de aumento de mobilidade

Os passeios lineares proporcionam benefícios de aumento de mobilidade urbana sustentável à coletividade local, podendo ser utilizados para a locomoção ao trabalho, à escola ou a outras atividades. Acabam por criar novas rotas de locomoção, pela transformação de áreas privadas e com restrição de acesso em espaços abertos públicos, que podem ser percorridos como partes do percurso para diferentes propósitos. Por estimular a locomoção não-motorizada, os parques lineares também promovem estilos de vida mais saudáveis tanto do ponto de vista de saúde física como mental.

Indicadores para quantificação do benefício (detalhes no Guia de indicadores):

- Distância média percorrida no interior da área verde como parte de rota de locomoção.

2.5 Benefício de coesão social

A disponibilização de parques lineares ajuda a promover inclusão social de faixas menos favorecidas da população, se convertendo em espaços que amenizam as disparidades sociais, e podem prover um maior contato entre diferentes estratos sociais. Os parques lineares podem também facilitar interações entre pessoas pertencentes a diferentes bairros, principalmente se abrangem uma ampla extensão do território urbano. Estas áreas podem abarcar ações culturais e de educação ambiental, proporcionando oportunidades de exercícios de cidadania. Podem ainda se constituir em um espaço para fortalecer a democracia, quando for favorecida a participação dos cidadãos em sua concepção, planejamento e gerenciamento (MORA, 2013).

Indicadores para quantificação do benefício (detalhes no Guia de indicadores):

- Envolvimento comunitário com planejamento e gestão de áreas verdes públicas
- Taxa de crimes dentro e na proximidade de áreas verdes públicas

2.6 Benefício de melhoria das condições de saúde

A exposição a ambientes naturais, incluindo SbN em contextos urbanos, tem sido associada a um grande número de benefícios para a saúde (Ulrich et al., 1991; Berman et al., 2008; Spano et al., 2020, apud SPANO et al., 2021), sendo estudados principalmente a saúde mental e a saúde física associados à permanência em espaços naturais e semi-naturais e à prática de atividades físicas (ALMENAR et al., 2021). Mas estudos sobre o papel das SbN para redução de riscos de doenças de origem animal (zoonoses) também vêm ganhando espaço, principalmente após a pandemia de Covid-19 (um exemplo é o projeto Biota Síntese, que lançou recentemente nova linha de pesquisa dedicada às SbN e que traz como um dos temas de estudo a redução da dispersão de algumas zoonoses⁵).

Estudos anteriores sobre os benefícios para a saúde mental foram principalmente experimentais, investigando os efeitos de curto prazo da breve exposição a ambientes naturais

⁵ Mais informações em <https://biotasintese.iea.usp.br/pt/nature-based-solutions/> e <https://www.iai.int/en/post/detail/Nature-Based-Solutions-and-Zoonoses>

na redução do estresse e restauração cognitiva (Kaplan e Kaplan, 1989; Berto, 2005; Nilsson et al., 2010; Carrus et al., 2017, apud SPANO et al., 2021). Mais recentemente, estudos epidemiológicos em larga escala forneceram mais evidências dos efeitos a longo prazo da exposição prolongada a espaços verdes na saúde mental e no bem-estar ao longo da vida (Hartig et al., 2014; Gascon et al., 2015; McCormick, 2017; de Keijzer et al., 2020, apud SPANO et al., 2021).

O controle de doenças infecciosas é um serviço de regulação cuja importância tem ganhado reconhecimento crescente (PARRISH et al., 2008), sendo que 75% dessas doenças estão relacionadas a agentes zoonóticos (TAYLOR et al., 2001). Doenças transmitidas por vetores, especialmente mosquitos do gênero *Anopheles* e *Aedes*, tem impacto em grande escala sobre a saúde humana, afetando por volta de um bilhão de pessoas anualmente e contabilizando até 1 milhão de mortes por ano, incluindo doenças como malária, dengue e febre amarela, além de Chagas (transmitida por triatomíneos) e esquistossomose (transmitida por caramujos de água doce), entre outras (KARESH et al., 2012). Evidências indicam que a manutenção de ecossistemas bem conservados e sua biodiversidade associada reduzem a transmissão de zoonoses para seres humanos (KEESING et al., 2010), seja por predadores que reduzem as populações dos vetores, seja reduzindo o contato entre seres humanos e os vetores.

Indicadores para quantificação do benefício (detalhes no Guia de indicadores):

- Zoonoses na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.)
- Doenças mentais na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.)

2.7 Benefício de desenvolvimento econômico

Segundo Scalise, 2002 (apud FRIEDRICH, 2007), os parques lineares em regiões de fundo de vale são projetos modestos, exequíveis e democráticos, apresentando possibilidades econômicas que compensam os investimentos para sua implementação e manutenção. Surgem como elementos que geram atratividade à região de entorno dos parques, com maior circulação de potenciais consumidores na região (aumentando a visitação ao comércio local), valorizando as propriedades no seu entorno (FRIEDRICH, 2007).

Deve-se perceber também que um benefício já citado, mitigação de inundações, tem óbvias conotações econômicas, pois gera economias públicas e privadas na destinação de recursos para reparação de danos socioeconômicos. Trata-se do benefício do custo evitado, ou conforme definido por da MOTTA (1997), do “custo de reposição”, que representa os gastos incorridos pelos usuários em bens substitutos para garantir o nível desejado de uma determinada condição (neste caso a habitabilidade e a salubridade de áreas residenciais e comerciais).

Indicadores para quantificação do benefício (detalhes no Guia de indicadores):

- Negócios dentro e na proximidade de áreas verdes públicas
- ISS pago na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.)
- Perdas econômicas por evento de inundação

3 LEVANTAMENTO DE METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Conforme indicado no TdR e reforçado no Plano de Trabalho da presente consultoria, a metodologia selecionada deve ter potencial para colaborar com o aumento da divulgação do conceito de SbN em municípios brasileiros, e preferencialmente deve ser uma metodologia suficientemente difundida, com exemplos de estudos de quantificação de impactos de SbN já desenvolvidos em cidades brasileiras.

Adicionalmente, como indicado no citado TdR, a metodologia selecionada deve ser capaz de considerar os impactos diretos e indiretos da implementação das SbN, em diferentes fases e prazos, e se presta a avaliar a área de influência do território que receberá intervenções de SbN. A metodologia também deve proporcionar a possibilidade de se avaliar as SbN em seus diversos níveis de concepção (estudos de viabilidade, projetos básicos ou projetos executivos), considerando dados de entrada compatíveis com o estágio de detalhamento da SbN.

Foi realizado um levantamento bibliográfico, buscando-se identificar as principais metodologias de quantificação de impactos de benefícios de SbN, assim como de possíveis riscos decorrentes da implementação destas soluções. Este levantamento abrange a descrição das principais abordagens e características das metodologias avaliadas, seguida por uma avaliação comparativa entre as mesmas, a partir de critérios relacionados à facilidade de uso, praticidade da abordagem, versatilidade, abrangência de benefícios mensuráveis, entre outros. Com base neste processo de avaliação das metodologias, foi apontada a metodologia avaliada como mais aderente aos requisitos aplicados no presente estudo.

Foram avaliadas nove metodologias que podem ser utilizadas para quantificação de riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais.

A maior parte das publicações analisadas (EVERARD & WATERS, 2013; BROWN et al, 2014; NEUGARTEN et al., 2018; COMISSÃO EUROPEIA, 2021a; BRILL et al., 2021) não apresenta metodologias específicas, mas traz compilações de métodos e ferramentas consideradas adequadas para a avaliação de impactos sobre serviços ecossistêmicos, sejam elas decorrentes de SbN ou de outras intervenções/alterações na paisagem.

A seguir é feita uma descrição sucinta das metodologias avaliadas, listadas em ordem cronológica. Ao fim de cada metodologia apresentada segue um resumo da sua avaliação (sendo a avaliação detalhada, conforme os critérios de avaliação estabelecidos (ver seção “Abordagem de avaliação das metodologias”, fornecida na tabela 1).

3.1 EVERARD, M & WATERS R. (2013)

Ecosystem services assessment: How to do one in practice. Institution of Environmental Sciences, London⁶.

Este documento fornece orientações básicas sobre como fazer uma avaliação de serviços ecossistêmicos. Ele justifica por que uma avaliação de serviços ecossistêmicos precisa ser feita em qualquer projeto, e como isso pode afetar os impactos deste projeto. Ele aborda a avaliação dos prováveis resultados dos serviços ecossistêmicos, destinando-se a fornecer orientações gerais para as principais etapas de preparação e realização de uma avaliação de serviços ecossistêmicos.

Segundo os autores, é necessário encontrar meios para colocar o valor do ambiente natural no centro da tomada de decisões. Isso fornecerá evidências para identificar opções de gestão que otimizem o benefício público em toda a extensão dos serviços ecossistêmicos, evitem custos e riscos potencialmente significativos decorrentes de implicações negligenciadas para alguns serviços ou expõem de forma transparente os custos sociais e econômicos implícitos em quaisquer *trade-offs*⁷.

Adotar uma Abordagem Ecosistêmica⁸ permite uma administração de projetos mais sólida e uma melhoria do gerenciamento de riscos, facilitando os processos de planejamento e financiamento dos projetos. Também leva mais em conta as escolhas da sociedade, ao considerar os benefícios que os serviços prestados pela natureza trazem para todos os setores impactados.

A realização de uma avaliação dos serviços ecossistêmicos sempre agregará valor às decisões. Uma consciência das possíveis implicações em toda a gama de serviços ecossistêmicos contribui para evitar consequências negativas não intencionais e, potencialmente, para otimizar os benefícios líquidos decorrentes da tomada de decisões.

Um exemplo prático de como uma avaliação de serviços ecossistêmicos pode apoiar decisões políticas e de implementação é otimizar os benefícios gerados por incremento de serviços e, portanto, o valor social cumulativo na aplicação da “infraestrutura verde” urbana. Já existe um consenso considerável na literatura sobre a conveniência e o potencial de alcançar múltiplos benefícios interdisciplinares por meio de soluções baseadas em serviços dos ecossistemas.

O guia estabelece algumas etapas lógicas para ajudar os profissionais a fazerem suas próprias avaliações de serviços ecossistêmicos, tais como:

1. **Definir a área de estudo, e estudar seus aspectos ambientais sociais e econômicos;**
2. **Identificar os serviços ecossistêmicos mais relevantes para esta área e investigar quais são as principais partes interessadas** (em especial os beneficiários diretos e indiretos destes serviços ecossistêmicos, para serem consultados e engajados no processo de planejamento e implantação da solução);

⁶ Disponível em www.ies-uk.org.uk/resources/ecosystem-servicesassessment

⁷ Neste contexto, *trade-offs* ou *tradeoffs* são os prós e contras que se pode ter em relação a diferentes alternativas de uso da terra.

⁸ definido pela Convenção sobre Diversidade Biológica como “uma estratégia para a gestão integrada da terra, água e recursos vivos que promove a conservação e o uso sustentável de forma equitativa” (EVERARD & WATERS, 2013)

3. **Identificar as mudanças esperadas nos serviços ecossistêmicos a serem obtidas pelo projeto/solução, e os benefícios sociais e econômicos decorrentes;**
4. **Investigar como estas mudanças desejadas podem ser realizadas (quais as soluções mais adequadas) e que ‘alavancas’ (incentivos financeiros, legais, institucionais, etc) estão disponíveis para alcançá-las;**
5. **Avaliar as mudanças nos serviços ecossistêmicos, por meio de métodos de avaliação qualitativa ou quantitativa** (para esta etapa são fornecidos aqui mais detalhes, tendo em conta o objetivo do presente estudo).

Aqui os autores chamam a atenção para o conceito de “mudança marginal”, isto é, os benefícios auferidos pela SbN serão percebidos com base na diferença da oferta de serviços ecossistêmicos entre uma “linha de base” e a “situação pós-intervenção”. Também se apresentam diferentes abordagens para esta avaliação, com base no momento em que ela ocorre ou de acordo com os seus objetivos; por exemplo, a avaliação pode ser feita na fase de planejamento, investigando-se os possíveis impactos de uma solução planejada ou de diferentes opções (neste caso a avaliação de impactos pode servir para uma escolha mais embasada da solução); neste caso trata-se de um estudo *ex ante*. Ou esta avaliação pode ser aplicada após uma intervenção já ter sido feita (estudo *ex post*).

Outro aspecto destacado é que o nível de detalhe desta avaliação depende do tipo de decisões que devem ser suportadas pelo estudo. Decisões que envolvem grandes investimentos, que estão submetidas a grande escrutínio público, ou que estão relacionadas a situações de risco (ambiental, social ou econômico) merecem investigações mais robustas, aprofundadas e abrangentes, onde as evidências sobre as mudanças esperadas (assim como os níveis de incerteza) devem ser as mais explícitas possível. Outro ponto de destaque é que é importante ser muito transparente sobre os dados utilizados, as suposições feitas e os métodos aplicados, para uma correta percepção das partes envolvidas e dos tomadores de decisão.

A publicação também aponta possíveis fontes de consulta para obtenção de dados para avaliação de serviços ecossistêmicos, ainda que seja bem genérica sobre tais fontes, se limitando a citar opções como “relatórios e documentações oficiais; literatura científica; jornais e relatórios técnicos; entrevistas; sites e fóruns”.

No momento de abordar os métodos de quantificação da magnitude da mudança em serviços ecossistêmicos, a publicação se limita a apontar “estudos de caso” que utilizaram diferentes métodos.

Os autores também abordam brevemente a pertinência de se fazer valorações econômicas das mudanças investigadas nos serviços ecossistêmicos, indicando que esta abordagem será mais ou menos necessária a depender dos problemas que se pretende enfrentar a partir da solução proposta. Por outro lado, destacam que é importante associar algum valor a serviços que se acredita serem significativos, caso contrário corre-se o risco de serem assumidos sem valor na tomada de decisões; também defendem que atribuir valores econômicos aos benefícios derivados dos incrementos ou manutenção dos serviços ecossistêmicos fornece uma base de entendimento comum para tomadores de decisão, trazendo um conceito familiar à maioria das pessoas. São indicados diferentes níveis de detalhamento de estudos econômicos, desde uma investigação relativa apenas aos impactos esperados mais significativos e com base em valores generalistas retirados de outros estudos, passando pela técnica de “transferência de valores” (resultados econômicos de outros estudos são recalculados ou adaptados com base nas

particularidades do caso analisado), ou então estudos mais específicos e conduzidos por profissionais especializados (por exemplo análises custo-benefício). Uma variedade de técnicas para avaliação monetária é apresentada no Anexo 2 desta publicação.

6. Interpretar os resultados da avaliação dos serviços ecossistêmicos do projeto/solução e comunicar estes resultados.

Segundo os autores, as formas como os resultados da avaliação de benefícios são relatadas podem diferir de acordo com a intenção do projeto. Para estudos voltados a determinada intervenção (ou conjunto de intervenções) e para determinada localidade, como é finalidade das avaliações que se visa realizar por meio das metodologias aqui apresentadas, algumas informações são indicadas como mais importantes de serem reportadas:

- Áreas-chave para a prestação de serviços ecossistêmicos, dentro da localidade investigada;
- Quem se beneficia atualmente e quem serão os principais 'beneficiários' e eventuais 'prejudicados' pelas mudanças nos fluxos dos serviços ecossistêmicos;
- Quais são as melhorias de serviços ecossistêmicos previstas ou atingidas (dependendo da fase do projeto);
- Quais são as medidas necessárias para se atingir estas melhorias, incluindo seus custos;
- Avaliação da relação custo-benefício ao longo da vida do projeto.

Resumo da avaliação da metodologia: Na avaliação desta consultoria, apesar da publicação trazer importantes conceitos e princípios sobre a avaliação de benefícios derivados de mudanças nos serviços ecossistêmicos proporcionados por ações como as SbN, trata-se de abordagem de caráter genérico e que não oferece orientações técnicas e práticas para a realização de uma avaliação de benefícios desta natureza. A publicação limita-se a apontar outras metodologias no seu anexo 1, e, ainda assim, de forma bastante superficial. Mais detalhes sobre a análise de pertinência desta metodologia para os propósitos de quantificação de riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) estão disponíveis na tabela 1.

3.2 BROWN, C. et al. (2014)

Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators. UNEP-WCMC, Cambridge, UK⁹.

Este relatório de orientação é um produto da colaboração entre o Programa Ambiental das Nações Unidas - Centro Mundial de Monitoramento da Conservação (UNEP-WCMC) e o Conselho de Pesquisa Científica e Industrial financiado pelo Programa de Resiliência e Desenvolvimento da Suécia (SwedBio). O objetivo desta parceria foi melhorar o

⁹ Disponível em <https://resources.unep-wcmc.org/products/measuring-ecosystem-guidance-developing-ecosystem-service-indicators/download/473310>

desenvolvimento, uso e aceitação de indicadores e abordagens para avaliar as consequências das mudanças nos serviços ecossistêmicos e suas implicações para a sociedade, bem-estar humano e redução da pobreza, em escala nacional e local.

A publicação descreve as etapas que podem ser usadas como diretrizes para a produção de um indicador de serviço ecossistêmico individual ou para um conjunto de indicadores de serviços ecossistêmicos reunidos para responder a uma questão política específica. Informações detalhadas são fornecidas para cada etapa, incluindo a identificação de necessidades de indicadores e questões-chave, coleta e análise de dados, resultados de testes e comunicação de indicadores. Ele também fornece pontos de entrada, abordagens e ferramentas para integrar os indicadores de serviços ecossistêmicos nos sistemas existentes de monitoramento e relatórios de políticas e planos em todos os níveis. A metodologia proposta incentiva uma abordagem participativa, com o envolvimento das partes interessadas relevantes desde o início do processo, para promover a apropriação e o uso eficaz dos indicadores.

Os autores sugerem um passo a passo para o desenvolvimento de indicadores para mensuração de serviços ecossistêmicos

Passo 1: Identificar e consultar as partes interessadas e o público-alvo

Passo 2: Identificar objetivos e metas de políticas relacionadas aos serviços ecossistêmicos

Passo 3: Determinar as perguntas-chave e o uso de indicadores

Passo 4: Desenvolver um modelo conceitual

Passo 5: Identificar possíveis indicadores

Passo 6: Reunir e revisar dados

Passo 7: Calcular indicadores

Passo 8: Comunicar e interpretar os indicadores

Passo 9: Testar e refinar os indicadores com as partes interessadas

Passo 10: Desenvolver sistemas de monitoramento e relatórios

Esta publicação ainda apresenta ao final um estudo de caso de desenvolvimento de indicadores de serviços ecossistêmicos para a África do Sul.

Resumo da avaliação da metodologia: A publicação é bastante focada nos aspectos de definição de indicadores de serviços ecossistêmicos e possíveis fontes de dados para os mesmos, mas não se aprofunda nos métodos para cálculo destes indicadores, se limitando a apontar outras ferramentas que se prestam a esta finalidade (como InVEST, Co\$ting Nature, ARIES, MIMES e LPJmL¹⁰).

¹⁰ Websites das ferramentas: InVEST: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>, Co\$ting Nature: <https://www.policysupport.org/costingnature>, ARIES: <https://aries.integratedmodelling.org/>, MIMES: <https://toolkit.climate.gov/tool/multiscale-integrated-earth-systems-model-mimes-0> e LPJmL: <https://www.pik-potsdam.de/en/institute/departments/activities/biosphere-water-modelling/lpjml>

3.3 COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)

Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Urban ecosystems 4th Report. Publications office of the European Union, Luxembourg, 2016¹¹

Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Publications office of the European Union, Luxembourg, 2018¹².

O relatório da Comissão Europeia apresenta uma estrutura de análise de condição dos ecossistemas (COMISSÃO EUROPEIA, 2018), e fornece orientações operacionais para a União Europeia e seus Estados-Membros sobre como avaliar a condição (ou o estado) dos ecossistemas da Europa. Neste contexto, a condição de um ecossistema é a condição ou qualidade física, química e biológica em um determinado ponto no tempo. O conceito de condição do ecossistema está fortemente ligado ao bem-estar das populações humanas por meio do fornecimento de serviços ecossistêmicos, já que os ecossistemas precisam estar em boas condições para fornecer múltiplos serviços ecossistêmicos, que, por sua vez, trazem benefícios e aumentam o bem-estar.

Os indicadores propostos neste relatório são baseados no trabalho realizado pelos estudos-piloto de ecossistemas da iniciativa MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services). Cada estudo-piloto foi composto por um grupo de especialistas com conhecimento específico em uma determinada área: florestas, agroecossistemas, ecossistemas urbanos, ecossistemas de água doce, ecossistemas marinhos, natureza e solo. Os indicadores podem ser usados para medir o progresso para atingir os pressupostos da legislação ambiental da UE; eles são espacialmente explícitos e os dados subjacentes podem ser organizados em uma estrutura de contabilidade de capital natural.

Para cada tipo de ecossistema avaliado, estão disponíveis indicadores de pressão e indicadores de condição do ecossistema. Tabelas específicas foram produzidas para ecossistemas urbanos, florestas e bosques, áreas úmidas, e rios e lagos. Todas as tabelas de indicadores usam a mesma classificação; as pressões são organizadas de acordo com sua principal classe de impacto: conversão de habitat, mudança climática, superexploração, poluição e enriquecimento de nutrientes, introdução de espécies exóticas invasoras e outras pressões. As tabelas de indicadores de condição do ecossistema reconheceram a diferença entre a qualidade ambiental (qualidade abiótica) e os atributos do ecossistema (qualidade biótica).

Este relatório também inclui, para cada tipo de ecossistema, uma síntese das ligações esperadas entre pressão, condição do ecossistema e serviços ecossistêmicos, e associa essas informações a uma abordagem voltada a políticas para conservação e recuperação dos ecossistemas e de seus serviços.

Para a avaliação metodológica em questão levou-se em conta apenas as informações desta estrutura relativas aos serviços ecossistêmicos urbanos, pelo fato das SbN a serem avaliadas se encontrarem em ambiente urbano. Um dos relatórios elaborados dentro da iniciativa MAES

¹¹ Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c3919882-3904-11e6-a825-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-283163281>

¹² Disponível em: https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120383/eu_ecosystem_assesment_final.pdf

trata especificamente dos ambientes urbanos (COMISSÃO EUROPEIA, 2016), e fornece orientação para o mapeamento e levantamento das condições de ecossistemas e de serviços ecossistêmicos nestes ambientes. O projeto piloto MAES urbano foi uma colaboração entre a Comissão Europeia, a Agência Europeia do Ambiente, os Estados-Membros voluntários, cidades e as partes interessadas. Seu objetivo final foi fornecer uma base de conhecimento para políticas e gestão de ecossistemas urbanos, analisando a infraestrutura verde urbana, a condição dos ecossistemas urbanos e os serviços ecossistêmicos por eles produzidos.

Os resultados baseiam-se em diferentes fontes de informação: um levantamento bibliográfico de 54 artigos científicos, uma pesquisa online (sobre ecossistemas urbanos, políticas e instrumentos de planejamento relacionados, com a participação de 42 cidades), dez estudos de caso (Portugal: Cascais, Oeiras, Lisboa; Itália: Pádua, Trento, Roma; Holanda: Utrecht; Polónia: Poznań; Espanha: Barcelona; Noruega: Oslo) e um workshop com especialistas. Os estudos de caso constituíram o núcleo do piloto urbano do MAES. Eles forneceram exemplos e aplicações reais de como o mapeamento e a avaliação de ecossistemas podem ser organizados para apoiar políticas; além disso, forneceram o conhecimento necessário para selecionar um conjunto de indicadores finais de condição e serviços ecossistêmicos.

Um dos objetivos principais deste estudo foi fornecer uma metodologia que permita medir os serviços ecossistêmicos fornecidos por políticas de infraestrutura verde e Soluções Baseadas na Natureza, e que forneça evidências de como elas respondem aos desafios que as cidades enfrentam. Foi então desenvolvida uma estrutura de indicadores para mapeamento e avaliação de ecossistemas urbanos e seus serviços, a fim de ajudar a projetar ou implementar políticas públicas sobre infraestrutura verde urbana, bem como medir o progresso em relação a metas internacionais, nacionais, regionais ou locais, com relação à sustentabilidade e biodiversidade nas cidades.

Este relatório apresenta orientações para o levantamento de ecossistemas urbanos e inclui uma estrutura de indicadores para avaliar a condição destes ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos urbanos. A estrutura científica de mapeamento e avaliação é projetada para apoiar, em particular, políticas de planejamento urbano e políticas de infraestrutura verde nas escalas urbana, metropolitana e regional.

A estrutura de indicadores do MAES para serviços ecossistêmicos urbanos inclui um conjunto de indicadores-chave que podem ser usados para mapear e avaliar serviços ecossistêmicos nas cidades, e inclui apenas os serviços considerados mais relevantes e importantes nestes ambientes urbanos. Segundo a COMISSÃO EUROPEIA (2016), alimentos e água são os serviços de provisão mais comuns nas cidades da Europa; os principais serviços ecossistêmicos de regulação nas cidades são a regulação da qualidade do ar, ruído, temperatura e fluxos de água, incluindo também a regulação de enchentes. Os serviços ecossistêmicos culturais mais importantes são recreação e educação baseadas na natureza e patrimônio cultural (no que diz respeito ao ambiente natural).

A metodologia também inclui para cada serviço a principal Unidade Prestadora de Serviços (UPS) e a expressão da demanda por serviços ecossistêmicos urbanos. Uma UPS refere-se à “menor unidade física distinta que um determinado serviço ecossistêmico gera” (Andersson et al. 2014,

apud COMISSÃO EUROPEIA, 2016)). A expressão de demanda é adotada de Wolff et al. (2015, apud COMISSÃO EUROPEIA, 2016)) que propuseram três categorias de indicadores de demanda: risco ou exposição (para serviços ecossistêmicos de regulação); consumo (para provisão de serviços ecossistêmicos); preferência e uso potencial ou direto (para serviços ecossistêmicos culturais). Os indicadores são organizados de acordo com a classificação CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*¹³). Cada indicador é classificado como um indicador de oferta ou um indicador de demanda de serviços ecossistêmicos. Quando possível, a unidade de medida é fornecida; se o indicador for o resultado de um modelo complexo, também é incluída a referência científica. A escala de aplicação para cada indicador também é fornecida.

Resumo da avaliação da metodologia: A metodologia apresentada se presta de forma melhor para escalas mais amplas do que a de uma única SbN ou conjunto de SbN, tendo sido desenvolvida para abranger todo o território de uma cidade ou região metropolitana. Acerca da metodologia de avaliação de impacto de intervenções na paisagem propriamente dita, esta se limita a apresentar indicadores a serem utilizados para tal avaliação, não orientando sobre como tais indicadores devem ser mensurados.

3.4 NEUGARTEN et al. (2018)

Tools for measuring, modeling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. Gland, Switzerland: IUCN.¹⁴

Este documento fornece orientação sobre ferramentas que podem ser aplicadas para medir ou modelar serviços ecossistêmicos fornecidos por locais importantes para a biodiversidade e conservação da natureza, incluindo Áreas-Chave de Biodiversidade (*Key Biodiversity Areas*), Sítios do Patrimônio Mundial Natural e áreas protegidas. Esta orientação baseia-se em revisões existentes de ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos (SE), mas tem um foco explícito na avaliação de SE em locais de importância para a biodiversidade e conservação da natureza.

Segundo os autores, a seleção de uma ferramenta apropriada requer a identificação da questão específica que está sendo abordada, que tipos de resultados ou saídas são necessários e também a consideração de fatores práticos, como o nível de especialização, o tempo e os dados necessários para a aplicação de qualquer ferramenta.

Foram comparadas nove ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos que são mais comumente aplicadas, disponíveis gratuitamente e que podem ser aplicadas em qualquer contexto geográfico. Essas nove ferramentas foram selecionadas a partir de uma revisão mais ampla, de 30 ferramentas, sendo que são fornecidos links para informações sobre um número maior de ferramentas e abordagens de avaliação de SE. As ferramentas avaliadas nesta publicação foram divididas em dois tipos: ferramentas em formato de documento de orientação “passo a passo” e ferramentas de modelagem baseadas em computador. Os autores defendem que a seleção de uma ferramenta apropriada para avaliação de SE deva ser baseada em três

¹³ Disponível em: <https://cices.eu/>

¹⁴ Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-028-En.pdf>

critérios principais: 1) objetivo da avaliação, 2) resultados necessários (qualitativos ou quantitativos, espaciais ou não espaciais, monetários ou não monetários) e 3) considerações práticas como tempo, orçamento e disponibilidade de dados. São também fornecidas comparações de ferramentas de acordo com cada um desses critérios, juntamente com chaves de decisão que podem ajudar a orientar um profissional para a escolha de uma ferramenta, com base em objetivos de avaliação, considerações práticas e o tipo de resultado desejado.

Três das ferramentas analisadas — EST, TESSA e PA-BAT — são documentos que orientam os usuários numa abordagem passo a passo em uma avaliação de SE. O EST é um documento de orientação composto por etapas com planilhas práticas para a realização de avaliação qualitativa e/ou quantitativa do SE, indicadores, orientações sobre questões relevantes e um compêndio de ferramentas, métodos e modelos que podem ser aplicados. O PA-BAT é uma avaliação rápida, padronizada e conduzida por oficinas das diferentes percepções das partes interessadas sobre os benefícios de SE de áreas protegidas e outras áreas. O TESSA é um manual que fornece orientação acessível e métodos de baixo custo para avaliar os benefícios que as pessoas recebem da natureza em locais específicos.

As outras seis ferramentas apresentadas nesta publicação são ferramentas de modelagem baseadas em computador. ARIES e MIMES são plataformas de modelagem, que podem incorporar cenários, avaliação espacial e avaliação econômica de SE e integrar diferentes modelos ecológicos e econômicos para entender e visualizar valores de SE. O INVEST é um conjunto de modelos de software com parâmetros de modelo definidos para mapear e quantificar SE em termos biofísicos ou econômicos em diferentes cenários, para os quais o usuário deve simplesmente fornecer os dados de entrada. CostingNature e WaterWorld são ferramentas online para análise espacial de SE, que fornecem parâmetros de modelo e todos os conjuntos de dados de entrada necessários, sendo que o usuário precisa apenas especificar uma área de interesse e escolher entre cenários pré-selecionados (por exemplo, mudança de uso da terra e/ou mudanças climáticas) ou projetar seus próprios cenários. O SolVES é um aplicativo dependente do ArcGIS que permite ao usuário identificar, avaliar e mapear os valores sociais percebidos que as pessoas atribuem aos SE culturais, o que requer a realização de pesquisas com as partes interessadas e a execução de modelos para produzir resultados espaciais.

Resumo da avaliação da metodologia: Tal como as publicações de EVERARD & WATERS, 2013 e de BROWN et al., 2014, esta publicação não apresenta uma metodologia própria de avaliação benefícios derivados da melhoria de serviços ecossistêmicos, mas indica possíveis ferramentas (desenvolvidas por terceiros) para que esta avaliação possa ser realizada.

3.5 COMISSÃO EUROPEIA (2021a)

Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report). Dumitru, A. & Wendling, L. (eds.) European Commission -Directorate-General for Research and Innovation.¹⁵

¹⁵ Disponível em <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7d496b5-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1>

Este manual desenvolvido pela Direção-Geral de Investigação e Inovação da Comissão Europeia fornece um protocolo para seleção de indicadores-chave de impacto de SbN e métodos para sua avaliação, que podem ser aplicados para monitorar parâmetros de referência. O manual adota a abordagem da estrutura de avaliação de impacto do Grupo de Trabalho EKLIPSE com indicadores chave baseados em desafios (Raymond et al., 2017, apud COMISSÃO EUROPEIA, 2021a). Com base na estrutura EKLIPSE, que foi projetada principalmente para áreas urbanas, este manual aborda desafios e escalas adicionais de aplicação das SbN.

O manual oferece uma estrutura de avaliação geral para SbN, abrangendo o escopo técnico relacionado aos processos de monitoramento relevantes para as partes interessadas envolvidas na avaliação e implementação de SbN, como pesquisadores, provedores de materiais, tecnologias e técnicas, autoridades e implementadores de SbN. A sequência de desenvolvimento e implementação da estrutura de avaliação da SbN é abordada desde a concepção e implementação de um plano de monitoramento e avaliação, até o monitoramento da SbN e avaliação final dos benefícios e malefícios.

Os indicadores de impacto do SbN detalhados neste manual (e no Apêndice de Métodos que o acompanha) abrangem os domínios ambiental, social e econômico na avaliação de SbN. Segundo os autores, o manual serve como um manual de referência abrangente, baseado no melhor conhecimento disponível e nas tecnologias e práticas de ponta. Ele fornece informações detalhadas para orientar o desenvolvimento e implementação de um plano de monitoramento e avaliação de SbN e o uso dos indicadores de impacto de SbN apresentados como uma ferramenta de consulta (Sánchez et al., 2020, apud COMISSÃO EUROPEIA, 2021a).

Este manual pretende ser um facilitador do conhecimento sobre SbN, fornecendo uma maneira amigável de planejar, monitorar e avaliá-las. Nesse sentido, o manual funciona como uma ferramenta para as principais partes interessadas da cadeia de valor das SbN, visando facilitar uma melhor compreensão dos seus impactos, ajudando a informar sobre a implementação de uma SbN e seus resultados (ocorridos ou potenciais). Nesse sentido, este manual busca atender vários grupos de partes interessadas do SbN, incluindo, mas não se limitando a: a) Formuladores de políticas, planejadores urbanos e outros agentes públicos, b) comunidade científica, c) empresas em geral, especialmente empresas “baseadas na natureza” (*nature-based enterprises*), investidores de impacto e indústrias, e d) Organizações não governamentais e sociedade civil em geral.

No “Apêndice de métodos” é fornecida uma grande compilação de indicadores para levantamento de impactos de SbN em relação a 12 diferentes desafios da sociedade:

1. Resiliência Climática
2. Gestão de Água
3. Riscos Naturais e Climáticos
4. Gestão de Espaços Verdes
5. Melhoria da Biodiversidade
6. Qualidade do Ar

7. Regeneração de ecossistemas
8. Conhecimento e Capacitação Social para a Transformação Urbana Sustentável
9. Planejamento e Governança Participativa
10. Justiça Social e Coesão Social
11. Saúde e bem-estar
12. Novas oportunidades econômicas e empregos verdes

Junto a cada indicador é apresentado (de forma bem resumida) um método de avaliação de impacto de SbN que utiliza tal indicador, sendo estes métodos utilizados em um dos 18 projetos voltados a SbN financiados pelo Programa de financiamento de pesquisa e inovação da UE (Horizon 2020), e que foram referências para este levantamento de indicadores.

Resumo da avaliação da metodologia: O objetivo desta publicação não é ser uma metodologia propriamente dita para a quantificação de benefícios de SbN, mas sim apresentar indicadores e métodos de avaliação de impacto de SbN que refletem o estado da arte na pesquisa científica relacionada a este tipo de avaliação.

3.6 BRILL et al., 2021

Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide. United Nations Global Compact CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California.¹⁶

Esta publicação indica métodos recomendados para quantificar benefícios relacionados aos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica (quantidade e qualidade), e outros serviços ecossistêmicos associados (como sequestro e armazenamento de carbono, por exemplo). Segundo os autores, o guia fornece um ponto de partida para identificar e medir os múltiplos benefícios advindos dos investimentos em SbN. O guia indica quais atividades específicas de SbN podem ser implementadas em vários habitats e sugere métodos para medir os benefícios advindos destas atividades. Uma equipe de projeto com várias partes interessadas, incluindo o CEO Water Mandate, Pacific Institute, The Nature Conservancy, Danone e LimnoTech, desenvolveu o guia. Um grupo consultivo de especialistas, composto por membros de governos, setor privado, academia, organizações não-governamentais e instituições de financiamento, forneceram informações estratégicas e técnicas adicionais.

O guia é voltado principalmente para membros do setor privado envolvidos no investimento, implementação e avaliação de intervenções de SbN, mas pretende-se atingir secundariamente outros públicos-chave, como atores do setor público, ONGs, organizações de investimento, bancos de desenvolvimento e agências de financiamento, academia, grupos da sociedade civil e comunidades locais, que estejam envolvidos no apoio e/ou desenvolvimento de políticas, programas e projetos eficazes para incentivar a implementação e o investimento em SbN.

O guia visa ajudar os usuários a contabilizar e medir os benefícios acumulados de água, carbono e biodiversidade, bem como benefícios socioeconômicos adicionais. O guia presta especial

¹⁶ Disponível em: www.ceowatermandate.org/nbs/guide

atenção à distribuição destes benefícios e à sua importância para grupos vulneráveis e excluídos, e integra uma perspectiva de gênero em toda a análise.

Este guia apresenta um processo passo a passo recém-desenvolvido para identificar os benefícios acumulados da SbN nas fases de design e implementação de um projeto de SbN.

- 1) O primeiro passo é identificar os desafios ambientais e sociais que podem ser abordados pela SbN;
- 2) Em seguida, os profissionais determinam os habitats adequados e os tipos de intervenção nos quais a SbN pode ser empregada;
- 3) Posteriormente, os profissionais selecionam as atividades de SbN relevantes, que dão suporte aos processos naturais (físicos, químicos e biológicos) que ocorrem nos habitats e que são essenciais para o funcionamento saudável dos ecossistemas.

Com base nas atividades selecionadas, o guia apresenta diferentes categorias de benefícios que provavelmente ocorrerão após as ações serem implementadas. Esses benefícios abrangem cinco temas principais:

1. quantidade de água (por exemplo, armazenamento de águas superficiais),
2. qualidade da água (por exemplo, melhorias na qualidade das águas subterrâneas e superficiais),
3. carbono (por exemplo, sequestro),
4. biodiversidade (por exemplo, melhor suporte para polinizadores) e
5. socioeconômico (por exemplo, benefícios para a saúde e melhor produção agrícola).

Finalmente o guia apresenta diferentes opções de métodos para quantificar os benefícios vinculados à implementação de SbN voltadas para recursos hídricos, mas considerando métodos que também sirvam para quantificar outros benefícios (carbono, biodiversidade, socioeconômicos). São descritas brevemente as bases conceituais destes métodos, suas aplicações específicas e as linhas gerais de execução dos mesmos. São indicadas referências bibliográficas com detalhamentos operacionais destes métodos.

Ainda que reconheça como fundamental para as tomadas de decisão do setor privado em relação às SbN, e como uma progressão lógica das etapas de identificação e contabilização de benefícios, este guia não fornece recursos metodológicos para a etapa de valoração de benefícios. Segundo os autores, existem poucas abordagens de avaliação de benefícios usadas pelo setor privado, e os dados para relatar adequadamente os retornos financeiros continuam difíceis de coletar (Shiao et al., 2020, apud BRILL et al., 2021).

Resumo da avaliação da metodologia: O guia pode ser entendido como um ponto de partida para que usuários tais como planejadores, implementadores, tomadores de decisão e pesquisadores, avaliem os diferentes métodos propostos e definam aqueles que mais se adequam às necessidades de seu projeto de SbN, com base em questões como benefícios esperados, dados disponíveis, peculiaridades ambientais e sociais locais, perfil dos beneficiários, entre outros fatores.

3.7 NATURAL CAPITAL PROJECT (2022)

INVEST 3.12.0. Workbench User's Guide. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, and Stockholm Resilience Centre.¹⁷

O Projeto Natural Capital¹⁸, coordenado pela Universidade de Stanford (Califórnia-EUA) e parceiros, desenvolveu e está constantemente aperfeiçoando modelos que quantificam e mapeiam os valores dos serviços ecossistêmicos, além de desenvolver novos modelos periodicamente.

A ferramenta InVEST é um conjunto de modelos desenvolvidos para quantificar, mapear e valorar os serviços ecossistêmicos que sustentam a vida e as atividades humanas. Seu funcionamento é baseado em funções de produção que definem como as mudanças na estrutura e/ou função de um ecossistema afetam os fluxos e disponibilidade dos serviços ecossistêmicos, entre eles serviços como a regulação da infiltração de água nos solos e da recarga de sistemas aquíferos (NATURAL CAPITAL, 2022). Trata-se de um software *stand-alone* (não necessita de outros softwares de apoio) e o *download* do pacote que contém todos os modelos é gratuito (disponível em <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>).

O conjunto de modelos que a ferramenta oferece é bastante adequado para análises de vários serviços ecossistêmicos e vários objetivos, como no caso da avaliação de impactos positivos ambientais e socioeconômicos de parques lineares/fluviais. Os modelos da ferramenta InVEST possuem a vantagem de demandarem menos dados de entrada e de mais simples obtenção, em relação a outras ferramentas mais complexas de modelagem, tais como SWAT, HEC-HMS e outros. Os modelos InVEST ajudam, por exemplo, a identificar áreas onde os investimentos em SbN podem trazer os maiores retornos em termos de melhoria de bem-estar humano e de conservação ou recuperação de recursos naturais.

O InVEST foi projetado para subsidiar decisões sobre o gerenciamento de recursos naturais, e essencialmente fornece informações sobre como as mudanças nos ecossistemas provavelmente levarão a mudanças nos fluxos de benefícios para as pessoas, bem como se pode haver prejuízos aos fluxos ecológicos, à biodiversidade e ao bem-estar humano neste processo. Os tomadores de decisão, de governos a organizações sem fins lucrativos e corporações, geralmente gerenciam terras e águas para usos múltiplos e, inevitavelmente, devem avaliar os *trade-offs* entre esses usos. O design modular multisserviço do InVEST fornece uma ferramenta eficaz para explorar os resultados prováveis de cenários climáticos e de gestão alternativos e para avaliar os *trade-offs* entre setores e serviços.

Por exemplo, as agências governamentais podem usar o InVEST para ajudar a determinar como gerenciar áreas terrestres, áreas costeiras ou áreas marinhas, para fornecer uma gama desejável de benefícios às pessoas ou para ajudar a projetar programas de licenciamento e mitigação ambiental que sustentem os benefícios da natureza para a sociedade e ao mesmo tempo conservem os aspectos de biodiversidade que em suma sustenta este fluxo de benefícios. As organizações de conservação podem usar o InVEST para alinhar melhor suas missões de

¹⁷ Disponível em: <https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/index.html>

¹⁸ Disponível em: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/>

proteção da biodiversidade com atividades que melhorem os meios de subsistência humanos. Corporações, como empresas de bens de consumo, empresas de energia renovável e concessionárias de água, também podem usar o InVEST para decidir como e onde investir em capital natural para garantir que suas cadeias de suprimentos sejam sustentáveis e seguras.

O InVEST pode ajudar a responder perguntas como:

- Onde se originam os serviços ecossistêmicos e onde são consumidos?
- Como um plano de manejo florestal proposto afeta a biodiversidade, a qualidade da água e a recreação?
- Que tipos de gestão costeira e políticas de pesca produzirão os melhores retornos para a pesca sustentável, proteção da costa e recreação?
- Quais partes de uma bacia hidrográfica fornecem os maiores valores de sequestro de carbono, biodiversidade e turismo?
- Onde o reflorestamento alcançaria os maiores benefícios na qualidade da água a jusante, mantendo ou minimizando as perdas nos fluxos de água?
- Como as mudanças climáticas e o crescimento populacional afetarão os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade?
- Além de garantir locais para instalações de energia renovável e alimentos provenientes da pesca e da aquicultura, que benefícios o ordenamento do espaço marinho oferece à sociedade?

O InVEST emprega uma abordagem de função de produção para quantificar e avaliar os serviços ecossistêmicos: uma função de produção define como mudanças na estrutura e função de um ecossistema afetam a oferta de serviços ecossistêmicos gerados, dadas suas novas condições ambientais e alterações dos processos ecológicos. Uma vez que uma função de produção é especificada, podemos quantificar o impacto das mudanças na terra ou na água sobre as mudanças no nível de produção de serviços ecossistêmicos. Em suma, a ferramenta InVEST usa uma estrutura simples que delinea aspectos como “oferta, serviço e valor” para vincular as funções de produção aos benefícios fornecidos às pessoas.

Resumo da avaliação da metodologia: Uma das principais limitações para o uso dos modelos da plataforma InVEST é que sua utilização requer habilidades básicas a intermediárias em software de geoprocessamento (Sistemas de Informação Geográfica - SIG, tais como ArcGis e QGis); sendo assim, a participação de um profissional com conhecimentos nesta área é bastante importante para a correta aplicação dos modelos, assim como sua calibração e interpretação dos resultados.

Por outro lado, a possibilidade da representação da quantificação de benefícios de forma gráfica e que representa a distribuição das diferentes intensidades de serviços ecossistêmicos ou processos ecológicos ao longo da paisagem de interesse, permite um entendimento mais aprofundado sobre a variabilidade espacial destes benefícios, algo muitas vezes não captado por outros métodos. Outra vantagem é a possibilidade de avaliação conjunta de vários serviços

ecossistêmicos para uma mesma área de interesse, permitindo uma análise de *trade-offs* (perdas e ganhos) entre diferentes SE a partir de uma mesma intervenção simulada, com identificação de sinergias potenciais entre SE, ou mesmo de reduções de oferta de um SE pelo aumento de outro.

3.8 CONNECTING NATURE (DUMITRU & LOURIDO, 2020)

The Connecting Nature Impact Assessment Framework: developing robust monitoring and evaluation plans for nature-based solutions. Connecting Nature.¹⁹

Connecting Nature é um consórcio de 30 parceiros em 16 países europeus e centros no Brasil, China, Coreia e Cáucaso (Geórgia e Armênia). Esta iniciativa trabalha em conjunto com autoridades locais, comunidades, empresas, ONGs e academia, que estão investindo na implementação em larga escala de projetos baseados na natureza em ambientes urbanos. A iniciativa busca medir o impacto dessas iniciativas na adaptação às mudanças climáticas, saúde e bem-estar, coesão social e desenvolvimento econômico sustentável nessas cidades. Também desenvolve uma diversidade de ações inovadoras para estimular a criação e o crescimento de empresas ativas na produção de soluções e produtos baseados na natureza.

Com esse objetivo abrangente em mente, o *Connecting Nature* identificou três cidades com histórico na entrega de projetos de soluções baseadas na natureza. As três cidades selecionadas, denominadas *Front Runner Cities* (FRCs), foram Genk (Bélgica), Glasgow (Escócia) e Poznań (Polônia). Ao longo do projeto, essas cidades estão trabalhando com o consórcio *Connecting Nature* para desbloquear as barreiras necessárias para a transição de seu status atual como experimentadores de soluções baseadas na natureza para um status em que o planejamento, a entrega e o gerenciamento de legado baseados na natureza estão entrelaçados e incorporados em seus processos econômicos, ambientais e sociais de construção de cidades. A Estrutura de Avaliação de Impacto do *Connecting Nature* é um processo destinado a apoiar as cidades no desenvolvimento e implementação bem-sucedida de planos de monitoramento e avaliação que podem fornecer evidências sistemáticas e comparáveis quanto à eficácia das SbN.

A estrutura de avaliação de impacto do *Connecting Nature* foi co-produzida por parceiros acadêmicos e representantes das três cidades europeias já citadas, pioneiras na implementação de soluções baseadas na natureza. A estrutura visa contribuir para o desenvolvimento de um padrão europeu para monitoramento e avaliação de soluções baseadas na natureza.

O processo *Connecting Nature* permite o desenvolvimento de planos robustos de monitoramento e avaliação para soluções baseadas na natureza. Segundo os autores, uma avaliação bem fundamentada apóia planejadores e tomadores de decisão na construção de um entendimento sólido e apoiado em evidências quanto ao impacto de soluções baseadas na natureza, e no aprimoramento de políticas econômica e socialmente benéficas, construindo uma base para a disseminação da utilização de SbN. Essa estrutura fornece uma ferramenta para adaptar o design e a implementação de SbN em tempo real. Consequentemente, o desempenho

¹⁹ Disponível em <https://connectingnature.eu/sites/default/files/images/inline/Impact%20Assessment.pdf>

das intervenções de SbN deve melhorar e as SbN podem ser mantidas e revitalizadas ao longo do tempo.

O processo de avaliação e monitoramento da SbN é desenvolvido em cinco etapas, incorporando a seleção e avaliação de indicadores. Ao longo do processo, cada etapa é detalhada com exemplos para que as cidades e as partes interessadas possam desenvolver seus próprios planos de avaliação de SbN.

As cinco etapas propostas para este processo de avaliação de desempenho de SbN são:

Etapas 1. Envolver-se em uma reflexão estruturada sobre os impactos, caminhos e riscos do SbN

Conforme esta metodologia, o processo de avaliação de impacto de SbN já deve começar na fase de planejamento da intervenção de SbN. A primeira etapa do processo consiste em identificar os resultados esperados da(s) SbN com base nos objetivos da gestão municipal. Considerando que as SbN são intervenções que devem atender aos objetivos estratégicos da cidade, é importante primeiro identificar os objetivos visados pela intervenção, e ver como eles se relacionam com os anseios do planejamento urbano. Os objetivos estratégicos da gestão municipal são normalmente definidos em termos gerais, enquanto a SbN precisará esclarecer seu impacto esperado mais especificamente – geograficamente, demograficamente e ao longo do tempo; então nem sempre é fácil fazer a relação entre os benefícios esperados de uma SbN e os objetivos de planejamento municipal aos quais ela pode contribuir.

De todo modo, o principal impacto da intervenção de SbN deve ser claramente declarado. Este impacto principal pode ser entendido como efeitos primários e secundários de longo prazo resultantes de uma cadeia de eventos, para os quais a intervenção irá contribuir. A cadeia de eventos constitui o caminho de intervenção, um curso de várias ações que devem ser implementadas para obter os resultados esperados.

Segundo os autores, também é importante ter em mente quais são os objetivos para o uso dos dados a serem consultados, pois a avaliação de impactos de SbN podem ter diferentes objetivos: avaliar o real desempenho versus os benefícios pretendidos, alinhar os resultados da SbN com as prioridades estratégicas da cidade, planejar de maneira mais eficaz a SbN, desenvolver um plano de gerenciamento de dados e/ou adaptar soluções de ajustes ao longo do tempo.

Teoria da mudança: identificar suposições e mapear caminhos causais

Aproximar-se da “teoria da mudança” da cidade requer identificar as suposições da gestão municipal sobre como as ações de SbN e o contexto em que são realizadas proporcionarão os impactos esperados. Também é importante compreender a inter-relação entre as esferas de saúde, bem-estar, social, econômica e ambiental, o que permite identificar ações que podem provocar sinergias com outras, mas também podem provocar prejuízos (por exemplo, uma maior quantidade de espaços verdes pode provocar fenômenos de gentrificação). O planejamento para evitar efeitos negativos e estimular sinergias e compensações positivas na intervenção da SbN permitirá que as cidades evitem consequências não intencionais. A colaboração entre diferentes partes interessadas é fundamental neste processo, e os autores destacam aqueles identificados na teoria da “Hélice Quintupla” (Carayannis, Barth & Campbell, 2012, apud DUMITRU & LOURIDO, 2020): 1) Academia, 2) Empresas, 3) Organizações

ambientais, 4) Mídia e 5) Governos (curiosamente, as comunidades locais não são consideradas nesta teoria de partes interessadas)

Etapas 2. Escolhendo indicadores apropriados

Os indicadores de impacto são selecionados para medir os resultados esperados relacionados aos objetivos estratégicos do projeto. Os indicadores devem ser escolhidos com base no processo de mapeamento anterior, onde foi determinada a relação entre as ações de SbN e o impacto esperado (ou seja, saúde e bem-estar, dimensões sociais, econômicas e ambientais). O processo de seleção de indicadores, conduzido pelas autoridades locais, deve ser baseado em evidências científicas sobre impactos das SbN, ao mesmo tempo em que deve envolver diferentes partes interessadas em um processo de co-definição. Os indicadores selecionados devem formar uma estrutura coerente onde as áreas de impacto social, econômico e ambiental estejam interconectadas, lembrando que as SbN geram benefícios relacionados uns com os outros.

É importante que os indicadores sejam ao mesmo tempo robustos e factíveis de serem monitorados, levando-se em conta restrições econômicas, de tempo, de pessoal, etc. Os autores recomendam (com base na experiência da iniciativa *Connecting Nature*) que os indicadores sejam definidos por meio de uma revisão de literatura e uma classificação de prioridades, para diferenciar entre os indicadores que são críticos para avaliar todas as SbN planejadas (ou seja, essenciais) e os indicadores que se alinham estreitamente com as prioridades estratégicas da cidade, mas não são relevantes para todas as SbN (ou seja, acessórios). Os indicadores principais são recomendados para todas as cidades, a fim de criar uma estrutura holística baseada em evidências para soluções baseadas na natureza, enquanto os indicadores acessórios são recomendados para todas as cidades, mas podem não ser relevantes para todos os projetos SbN.

Uma vez obtida a lista final de indicadores, pode-se estabelecer um alinhamento de cada indicador com os objetivos específicos das SbN e sua área de influência em relação à população. Como resultado desse processo, a teoria de mudança pode ser representada para cada indicador por meio de “mapas causais”, onde podem ser visualizadas as ações vinculadas à implantação da SbN e suas consequências associadas.

Os autores indicam 3 tipos básicos de indicadores:

- Indicadores de resultado: são usados para medir os resultados esperados das soluções baseadas na natureza. Com base na revisão da literatura científica e técnica, bem como por meio de workshops com cidades, o projeto *Connecting Nature* identificou quatro categorias principais de indicadores de resultados: 1) Saúde e bem-estar, 2) Coesão Social e Justiça, 3) Ambientais e 4) Econômicos.
- Indicadores primários: Os usos das SbN pelas pessoas são medidos por esses indicadores, que permitem definir a área de influência da intervenção, identificando as comunidades diretamente envolvidas nela, e aquelas que podem ser influenciadas por efeitos indiretos. Exemplos destes indicadores podem ser: Tipo, frequência e duração da interação com Soluções Baseadas na Natureza; Qualidade percebida de soluções baseadas na natureza.
- Indicadores de Planejamento e Governança Participativa: Esses indicadores não pretendem avaliar os resultados finais das intervenções, mas medem como o processo de design e

implementação de soluções baseadas na natureza foi realizado. Exemplos de tais indicadores: Co-criação (abertura, inclusão); Capacidades de governança; Desenvolvimento organizacional.

Etapas 3: Desenvolver um plano de dados para avaliação de impacto

A implementação de um bom plano de monitoramento é essencial para analisar corretamente os resultados da intervenção e estabelecer sua eficácia. Os dados anteriores à implementação das intervenções de SbN (linha de base) devem ser comparados com os dados posteriores à sua implementação. Se não houver dados de linha de base ou uma situação de controle (um contexto semelhante, mas sem SbN), não há possibilidade de explorar as relações causais entre as ações da SbN e o(s) impacto(s) identificados.

As informações de linha de base podem ser obtidas de duas maneiras: 1. Acessando dados históricos disponíveis em relatórios oficiais ou produção acadêmica ou 2. Coletando dados antes da implementação do SbN. Já os dados de resultado são representados por informações obtidas depois que as intervenções de SbN foram implementadas. Com base nos dados monitorados pós implementação da SbN, uma nova situação gerada pela implementação do SbN pode ser comparada com os dados da linha de base.

Diferentes partes interessadas podem colaborar na coleta tanto dos dados de linha de base, como na coleta de dados de monitoramento, e as cidades devem estimular a participação destes diferentes setores da sociedade no processo, o que geralmente torna o processo de identificação e coleta de dados mais eficiente e abrangente.

A formação de conclusões válidas e verificáveis é um dos princípios mais importantes para estabelecer a causalidade entre o impacto percebido e a implementação da SbN. Muitas vezes os impactos são causados por fatores externos às SbN, mas que estão atuando na mesma região. Quando as cadeias de causa e efeito são bem identificadas, isto facilita conclusões válidas sobre as intervenções SbN. Os autores recomendam a participação de parceiros acadêmicos para seleção de indicadores e análise de causalidade, para monitorar e avaliar o impacto do SbN de forma robusta e inequívoca.

Etapas 4: Implementando o plano de monitoramento

A próxima fase na avaliação da eficácia do SbN está na escolha de métodos e instrumentos necessários para medir indicadores selecionados. A cada indicador deve(m) ser atribuído(s) método(s) adequado(s) de coleta de dados. O método de medição mais adequado para cada indicador deve ser determinado pela qualidade dos dados disponíveis ou possíveis de serem coletados, adequação temporal e avaliação da relação custo-benefício. A seguir, discute-se brevemente sobre estes critérios.

Qualidade de dados

A qualidade dos dados deve ser cientificamente válida, para garantir a possibilidade de se realizar análises de causalidade. Para obter dados de qualidade, é altamente recomendável selecionar instrumentos e métodos padronizados (reconhecidos cientificamente).

Adequação Temporal

Métodos exaustivos e muito detalhados permitem ter informações muito precisas sobre determinados indicadores, no entanto, essa abrangência de dados pode exigir muito tempo de coleta, o que pode ser excessivo se outros métodos tiverem que ser aplicados para avaliar outros indicadores em paralelo.

Relação Custo-Benefício

O ideal é usar as melhores metodologias científicas, mas às vezes as cidades têm que escolher com base em sua capacidade econômica e recursos. No entanto, a escolha da metodologia nunca deve ser não científica.

Sobre a temporalidade da coleta de dados, os autores defendem que sua definição envolve responder a três perguntas (possíveis respostas em parênteses): 1) Quanto tempo deve durar a coleta de dados? (A duração pode ser definida com base em uma quantidade mínima de informações necessária para se identificar relações de causalidade); 2) Quantas vezes é necessário coletar os dados? (quanto mais vezes os indicadores selecionados forem medidos durante a implementação do SbN, maior será a precisão da avaliação da eficácia de qualquer impacto esperado); e (3) Qual é a escala temporal esperada do resultado? (Definir uma data como limite de tempo pode ser baseado em recursos econômicos ou questões de governança).

É vantajoso estabelecer monitoramento regular ao longo do tempo para os diferentes indicadores, para garantir que os benefícios sejam capturados, mas também para dar suporte a decisões de manejo adaptativo, à medida que as circunstâncias mudam. A coleta iterativa de dados pode permitir que ajustes sejam feitos nas ações de SbN, o que pode tornar as SbN mais econômicas e mais efetivas. Também é altamente benéfico realizar pelo menos parte da coleta de dados a partir de relatórios oficiais (por exemplo, dados de monitoramento de qualidade de água periodicamente coletados por autoridades ambientais).

Os dados de avaliação da SbN podem ser de dois tipos: (1) quantitativos: as informações são coletadas e representadas em formato numérico e facilitam a exploração de relações estatísticas entre diferentes indicadores e (2) qualitativos: as informações são conceituais, baseadas em descrições, e pode ser organizado em tópicos. Estas duas abordagens também podem ser integradas em narrativas que interrelacionam diferentes naturezas de indicadores (quantitativos e qualitativos).

Etapas 5: Integrar as evidências no processo político

Os autores afirmam que é imprescindível apresentar os resultados da análise de avaliação de impacto de forma integrada e visual. Para esse fim, é altamente recomendável produzir apresentações com conteúdo visual atraente e de fácil compreensão. Assim, as informações podem ser consultadas, verificadas e comparadas com eficiência. Painéis para integração visual de resultados (estilo *dashboard*) podem ajudar a entender melhor sobre diferentes fontes de informação, quais dimensões estão sendo avaliadas ou qual grupo populacional está sendo avaliado. *Dashboards* também podem permitir a integração espacial e temporal das informações de diferentes impactos.

Por fim, deve-se vincular resultados com a teoria inicial de mudança e objetivos. Os resultados apresentados devem ser relacionados aos objetivos iniciais da cidade para verificar se eles foram

adequadamente alcançados. É necessário rever a teoria da mudança da cidade e o impacto da SBN pretendido. Sinergias e interferências indesejáveis entre diferentes ações devem ser consideradas ao relacionar os resultados com os objetivos iniciais. Em seguida, as evidências produzidas são processadas e podem realimentar no processo de planejamento de políticas. O processo de monitoramento não apenas fornecerá informações frutíferas para projetos futuros, mas envolve contato contínuo com dados que informam ajustes necessários na política de SBN, assim como ajudam a consolidar evidências empíricas.

A última fase do processo de monitoramento e avaliação consiste em compartilhar os resultados com todas as partes interessadas. Várias ações colaborativas conjuntas podem ajudar a divulgar os resultados: artigos científicos, relatórios oficiais de governos, congressos, conferências abertas, webinars, palestras, reuniões de cidadãos ou entrevistas. Esta fase deve ser realizada mesmo que os resultados não reflitam os objetivos de impacto esperados das SBN. Tão importante quanto indicar que a SBN contribuiu para o(s) impacto(s) desejado(s) é relatar quando as intervenções da SBN não contribuíram para os resultados esperados ou mesmo contribuíram para consequências adversas, pois estes relatos trazem valiosas lições aprendidas e ajudam a evitar erros semelhantes. Segundo os autores, em essência, o objetivo final da avaliação de impactos de SBN deve ser criar e compartilhar maior conhecimento acumulado sobre o tema.

Resumo da avaliação da metodologia: Ainda que a metodologia apresentada por *Connecting Nature* seja bastante completa no sentido de abranger todos os passos necessários para a consecução de uma avaliação de impactos de SBN robusta e clara, e que enfatiza princípios básicos a serem seguidos neste tipo de avaliação (como a necessidade de uma linha de base, a definição clara dos objetivos de cada SBN, a seleção adequada de indicadores de impacto, entre outros), a publicação não se detém em propor métodos específicos de mensuração dos indicadores sugeridos para a quantificação de benefícios de SBN.

3.9 CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL (2020)

Glasgow's Nature-based Solutions dashboard²⁰.

A equipe da iniciativa *Connecting Nature* (mencionada anteriormente) e a Câmara Municipal de Glasgow (Escócia) trabalharam em parceria para desenvolver um conjunto de indicadores para avaliar o impacto das Soluções Baseadas na Natureza tanto no nível da cidade (para monitorar o impacto incremental da estratégia municipal de “espaços abertos”) quanto no nível local (para monitorar o impacto de projetos piloto de SBN). Uma pesquisa foi realizada em 2019 para identificar possíveis fontes de dados para os indicadores e construir uma linha de base dos mesmos para a cidade de Glasgow.

Paralelamente ao desenvolvimento do indicador, um painel interativo (dashboard) foi criado como forma de mapear e representar algumas das linhas de base de saúde, sociais, ambientais e econômicas em toda a cidade. O objetivo foi fornecer uma linha de base para comparação dos resultados futuros da Estratégia de Espaços Abertos da Cidade e avaliar os impactos da implementação do SBN em toda a cidade. O painel permite que os usuários visualizem a

²⁰ Disponível em <https://glasgowgis.maps.arcgis.com/apps/dashboards/d11c42a0a9d2416ba231392e6798e0ba>

interação de diferentes indicadores (por exemplo, estado de saúde, privação social, distribuição de espaços verdes) em um determinado local da cidade. Esta plataforma é um instrumento útil para orientar futuras decisões de avaliação de impacto, e também serve para informar os cidadãos sobre o planejamento estratégico de planejamento e gerenciamento de Soluções Baseadas na Natureza, a fim de atender às necessidades locais. Importante destacar que se buscou que esta ferramenta de avaliação de impacto de SbN estivesse alinhada com as prioridades do governo escocês em relação ao planejamento e dados digitais.

A *Connecting Nature* contribuiu com expertise em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para apoiar o desenvolvimento desta plataforma online e a inserção dos indicadores de avaliação de impacto, e para implementar um programa de avaliação destes indicadores. Por meio desta plataforma, foi possível inserir componentes de análise espacial e avaliação de impacto na Estratégia de Espaços Abertos da Cidade de Glasgow.

Também em parceria com a *Connecting Nature*, a Câmara Municipal de Glasgow também co-desenvolveu uma ferramenta de planejamento de avaliação de impacto interativa (*Co-Impact*). Um protótipo da ferramenta foi desenvolvido e testado, e uma versão para lançamento está em desenvolvimento. A ferramenta oferece suporte aos usuários na identificação de indicadores apropriados para avaliação de impacto e fornece links para métricas apropriadas para implementá-los.

De acordo com os desenvolvedores desta plataforma de avaliação de impacto, se realizada em escala municipal, o valor da avaliação de impacto vai além de apenas evidenciar o impacto de um piloto de SbN. Ao reunir conjuntos de dados diversos em uma estrutura de análise central, é possível também apoiar uma tomada de decisão mais integrada e direcionada para o planejamento de SbN, promovendo o compartilhamento de dados e o trabalho interdepartamental. Além dos indicadores em escala de cidade, a avaliação de pilotos em escala de projeto de SbN pode ser usada para elevar a qualidade da estratégia municipal de SbN. Passar da avaliação informal de projetos para uma avaliação formal, baseada em indicadores, ajuda a integrar a implementação de SbN a uma abordagem robusta de quantificação de benefícios, baseada na ciência e em dados verificados.

Essas estatísticas socioeconômicas quantitativas podem ser usadas para identificar e justificar locais para intervenções de SBN nas cidades, usando estatísticas como a falta de cobertura verde ou o perfil socioeconômico da área, para justificar por que certos locais e as pessoas que lá vivem precisam mais de SbN que outras.

Resumo da avaliação da metodologia: Trata-se de um exemplo muito interessante da divulgação de benefícios que as SbN podem prover ao nível de uma cidade específica, e que pode servir de inspiração para plataformas semelhantes para cidades brasileiras. No entanto, não foi possível localizar os procedimentos para avaliação dos impactos destas SbN em Glasgow, ou seja, a metodologia em si não foi identificada.

4 ABORDAGEM DE AVALIAÇÃO DAS METODOLOGIAS

As metodologias foram avaliadas a partir da aplicação dos seguintes critérios, que foram avaliados por meio da resposta às *perguntas* a eles associadas:

I - Facilidade de aplicação da metodologia: *a metodologia é de fácil compreensão e aplicação, não requerendo conhecimentos técnicos especializados?*

II - Abordagem da metodologia: *a metodologia é direcionada para aplicação prática, ou seja, contém orientações práticas para sua utilização em um caso real?*

III - Requisitos de dados necessários para a aplicação da metodologia: *os dados necessários para a aplicação da metodologia são de fácil acesso (por exemplo disponibilidade gratuita em repositórios de dados online) e a lista de dados é relativamente curta?*

IV - Grau de reconhecimento nacional e internacional da metodologia: *a metodologia é reconhecida nas esferas nacional e internacional como eficiente para a avaliação de impactos de SBN?*

V - Possibilidade de aplicação em diferentes fases da implantação de uma SBN: *a metodologia pode ser aplicada tanto na fase de planejamento das SBN, como nas fases de implementação ou de manutenção?*

VI - Possibilidade de aplicação em diferentes níveis de concepção de uma SBN: *a metodologia pode ser aplicada tanto na fase de estudos de viabilidade, como de projetos básicos ou projetos executivos?*

VII - Possibilidade de avaliação da viabilidade econômica da SBN: *a metodologia incorpora ou permite a associação com avaliações de viabilidade econômica (p.ex. análise custo-benefício)?*

VIII - Possibilidade de avaliação dos múltiplos benefícios de uma SBN, nas esferas ambiental, social e econômica: *a metodologia é capaz de avaliar diferentes naturezas de benefícios, tanto ambientais, como sociais e econômicos?*

Convencionou-se que a metodologia identificada como a mais adequada para a quantificação de benefícios e riscos de SBN para parques lineares/fluviais seria aquela que “pudesse responder” afirmativamente ao maior número de critérios de avaliação estabelecidos. A tabela 1 permite visualizar a análise comparativa das metodologias em relação aos critérios acima.

Tabela 1 – Avaliação comparativa das metodologias para quantificação de benefícios de Soluções Baseadas na Natureza

METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA										
I	CRITÉRIOS	Ecosystem services assessment: How to do one in practice. (EVERARD & WATERS, 2013)	Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators. (BROWN, C. <i>et al.</i> , 2014)	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)	Tools for measuring, modeling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. (NEUGARTEN <i>et al.</i> , 2018)	Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report). (COMISSÃO EUROPEIA, 2021a)	Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide. (BRILL <i>et al.</i> , 2021)	InVEST 3.12.0. Workbench (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2022)	The Connecting Nature Impact Assessment Framework (DUMITRO & LOURIDO, 2020)	Glasgow's Nature-based Solutions dashboard (CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL, 2020)
	Facilidade de aplicação da metodologia	SIM	SIM	EM PARTE	EM PARTE	SIM	EM PARTE	EM PARTE	SIM	EM PARTE
	Justificativa	A metodologia tem natureza genérica e flexível, reconhecendo que existem muitos tipos de sistemas de desenvolvimento econômico ou gestão territorial, que necessitam da avaliação de serviços ecossistêmicos, mas com finalidades diversas.	Por ser uma metodologia genérica e flexível, pode ser facilmente aplicada, seguindo-se seus princípios básicos	A metodologia é clara em apontar os passos iniciais para avaliação de serviços ecossistêmicos (1) definir as tipologias de "espaços verdes urbanos", 2) mapear este espaços, 3) definir os indicadores), mas não descreve como mensurar estes indicadores.	Trata-se de uma avaliação comparativa de várias metodologias, e não uma metodologia de quantificação de impactos de SbN em si. Sendo assim é necessário escolher uma das metodologia sugeridas e acessar orientações técnicas específicas desta metodologia.	Este manual pretende ser um facilitador do conhecimento sobre SbNs, fornecendo uma maneira amigável de planejar, monitorar e avaliá-las. Nesse sentido, o manual funciona como uma ferramenta para as principais partes interessadas da cadeia de valor das SbNs, visando facilitar uma melhor compreensão dos seus impactos, ajudando a informar sobre a implementação de uma SbN e seus resultados (ocorridos ou potenciais).	Esta publicação indica métodos recomendados para quantificar benefícios relacionados aos serviços ecossistêmicos de regulação hídrica. O guia fornece um ponto de partida para identificar e medir os benefícios advindos dos investimentos em SbN, mas não se trata de uma metodologia em si.	Os modelos da ferramenta contam com um manual online que indica, para cada modelo, sua abordagem conceitual, sua forma básica de operação, descrição dos dados de entrada e possíveis fontes para obtenção dos dados, os procedimentos de calibração do modelo, e a descrição dos resultados. Ainda assim, exigem algum conhecimento em geoprocessamento, para preparação dos dados geográficos a servirem como inputs para o s modelos, e também para a interpretação dos resultados.	A metodologia é apresentada em uma abordagem passo-a-passo, que permite um encadeamento lógico dos diferentes processos ligados ao levantamento de benefícios de SbN.	O desenvolvimento de uma plataforma online com indicadores de impacto de SbN, tal como a desenvolvida pela câmara municipal de Glasgow, requer conhecimentos especializados para construção de plataformas baseadas na internet (como programação de dados, criação de websites, etc), além da necessidade de havre técnicos dedicados à alimentação, atualização e manutenção da plataforma.
II	Abordagem prática da metodologia	NÃO	NÃO	EM PARTE	EM PARTE	SIM	EM PARTE	SIM	EM PARTE	SIM
	Justificativa	A metodologia traz princípios básicos para uma avaliação de serviços ecossistêmicos, mas não entra em pormenores práticos de como executar esta avaliação.	Como descrito no tópico de aplicações desta metodologia, ela serve como um ponto de partida, e indica um processo simplificado, e deve ser completada com outras fontes para obter detalhes.	A metodologia possui abordagem prática no que se refere a sugestão de indicadores, mas não traz orientações técnicas de como fazer uma avaliação de benefícios de SbN a partir destes indicadores.	Por se tratar de um compêndio de diferentes metodologias, pode se entender a publicação como uma etapa anterior à aplicação prática de uma metodologia.	Este manual fornece um protocolo para seleção de indicadores-chave de impacto de SbN e métodos para sua avaliação, que podem ser aplicados para monitorar parâmetros de referência. Ele fornece informações detalhadas para orientar o desenvolvimento e implementação de um plano de monitoramento e avaliação de SbN.	Este guia apresenta um processo passo a passo para identificar os potenciais benefícios das SbN nas fases de design e implementação de um projeto, mas apenas indica outras metodologias de abordagem prática para realizar esta avaliação.	Os modelos da ferramenta InVEST são totalmente voltados para aplicação em casos reais, e apresenta orientações claras de como cada modelo deve ser alimentado, calibrado, e como os resultados devem ser interpretados.	Ainda que busque trazer uma visão pragmática e passo-a-passo sobre o desenvolvimento de um processo de avaliação de impacto de SbN, a metodologia não abrange aspectos de caráter mais prático, como a indicação de métodos específicos para mensuração de benefícios das SbN.	O dashboard de impactos de SbN da cidade de Glasgow possui uma abordagem prática, apresentando indicadores utilizados para outras finalidades (saúde, educação, meio ambiente, etc), com maioria dos dados produzidos pelo próprio município, mas que podem refletir a influência das SbN sobre a qualidade de vida de seus moradores.

Tabela 1 – Avaliação comparativa das metodologias para quantificação de benefícios de Soluções Baseadas na Natureza (continuação)

METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA										
	CRITÉRIOS	Ecosystem services assessment: How to do one in practice. (EVERARD & WATERS, 2013)	Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators. (BROWN, C. <i>et al.</i> , 2014)	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)	Tools for measuring, modeling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. (NEUGARTEN <i>et al.</i> , 2018)	Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report). (COMISSÃO EUROPEIA, 2021a)	Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide. (BRILL <i>et al.</i> , 2021)	InVEST 3.12.0. Workbench (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2022)	The Connecting Nature Impact Assessment Framework (DUMITRO & LOURIDO, 2020)	Glasgow's Nature-based Solutions dashboard (CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL, 2020)
III	Requisitos de dados necessários para a aplicação da metodologia (disponibilidade)	NÃO	SIM	SIM	EM PARTE	SIM	EM PARTE	SIM	SIM	SIM
	Justificativa	A metodologia é bastante genérica quanto aos dados que podem ser utilizados para uma avaliação de serviços ecossistêmicos, se limitando a dizer que as informações podem ser obtidas em "relatórios e documentação oficiais; literatura científica; jornais e relatórios técnicos; entrevistas; sites e fóruns".	Ainda que a metodologia seja de caráter teórico e voltada a trazer recomendações genéricas, ela indica que tipos de dados podem ser utilizados como indicadores para a avaliação de benefícios decorrentes do incremento de serviços ecossistêmicos por meio de ações como SbN. Há um capítulo da publicação dedicado a este tema (Step 6: Gather and review data).	Um dos resultados deste relatório é oferecer uma avaliação de conjuntos de dados e indicadores adequados para mapear e avaliar os ecossistemas urbanos e seus serviços.	A publicação descreve de forma genérica os requisitos de dados necessários para aplicação de cada metodologia avaliada, mas não especifica os dados necessários para o uso de cada plataforma.	A metodologia possui um capítulo integralmente dedicado à aquisição de dados para quantificação de impacto de SbN, assim como sobre os processo de obtenção, processamento, integração, e outros.	Como os próprios autores relatam em tópico que indica as limitações da publicação, "as descrições detalhadas das aplicações do método e os dados necessários para conduzir as análises estão além do escopo desta fase do trabalho."	Os modelos da ferramenta InVEST necessitam de dados relativamente bem conhecidos de técnicos da área ambiental, e de fácil obtenção, e o manual de cada modelo indica possíveis fontes de dados, ou procedimentos para a produção dos mesmos.	A metodologia indica como um de seus passos o desenvolvimento de um "planejamento de dados" e cita tipos de dados que podem ser utilizados como indicadores de impacto de SbN.	Por serem dados oriundos de coletas da prefeitura e outras entidades para outras finalidades (saúde, meio ambiente, urbanismo, segurança, etc) os dados são de fácil obtenção (desde que haja acordos com diferentes departamentos/agências/secretarias) para disponibilização contínua dos dados.
IV	Reconhecimento nacional e internacional da metodologia	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	EM PARTE	SIM	EM PARTE	SIM
	Justificativa	Ainda que na época de seu lançamento (2013) não houvesse muito material técnico sobre avaliação de serviços ecossistêmicos, o que levou a algum reconhecimento ao menos em nível nacional (Inglaterra), esta publicação tem um relativamente baixo nível de citações, segundo o Google Acadêmico (28 citações)	A metodologia é citada por 50 outras publicações, segundo o Google Acadêmico.	É um documento produzido pela Comissão Europeia para servir como guia-padrão para avaliação de serviços ecossistêmicos em cidades europeias. Foi citada por 195 publicações, segundo o Google Acadêmico.	Por ser uma publicação de uma entidade reconhecida como uma das mais importantes em nível global para conservação da natureza, pode-se assumir que a publicação em si tem largo reconhecimento. A publicação possui 70 citações, segundo o Google Acadêmico.	A metodologia não possui ainda uma grande quantidade de citações (48), mas isto se deve possivelmente por ser bastante recente (2021). Mas o fato de ser um documento oficial da Comissão Europeia comprova o alto nível de reconhecimento internacional que a metodologia desfruta.	Ainda que tenha sido fruto de uma iniciativa conjunta de organizações de atuação global (UN Global Compact, The Nature Conservancy, Danone e outros), esta publicação aparentemente ainda não tem muita repercussão na comunidade acadêmica e técnica (possui apenas 3 citações no Google Acadêmico).	Sim, várias publicações que produziram compêndios sobre metodologias de avaliação de serviços ecossistêmicos, metodologias para avaliar impactos de projetos ambientais, e outras abordagens, indicam a ferramenta InVEST como uma das metodologias mais completas e flexíveis para estes propósitos. Entre elas pode-se citar inclusive publicações aqui avaliadas, como Brown <i>et al.</i> (2014), Neugarten <i>et al.</i> (2018), Comissão Europeia (2021) e Brill <i>et al.</i> (2021). O artigo que faz a apresentação acadêmica da ferramenta InVEST (Nelson <i>et al.</i> , 2009) possui 2628 citações, segundo o Google Acadêmico.	A metodologia ainda é pouco citada (4 citações no Google Acadêmico) mas pode ser entendida como um produto fortemente relacionado a outra metodologia aqui avaliada (Comissão Europeia, 2021), já que um dos autores principais foi editor da mencionada publicação, e a abordagem de avaliação de impactos de SbN é bastante similar.	Esta experiência é bastante divulgada pela iniciativa Connecting Nature como um caso de sucesso do envolvimento do poder público municipal no monitoramento do impacto das SbN para a melhoria das condições ambientais nas cidades e da qualidade de vida de seus cidadãos. (https://connectingnature.eu/glasgow/ / https://oppla.eu/casestudy/24517)

Tabela 1 – Avaliação comparativa das metodologias para quantificação de benefícios de Soluções Baseadas na Natureza (continuação)

		METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA								
CRITÉRIOS		Ecosystem services assessment: How to do one in practice. (EVERARD & WATERS, 2013)	Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators. (BROWN, C. et al., 2014)	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)	Tools for measuring, modeling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. (NEUGARTEN et al., 2018)	Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report). (COMISSÃO EUROPEIA, 2021a)	Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide. (BRILL et al., 2021)	INVEST 3.12.0. Workbench (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2022)	The Connecting Nature Impact Assessment Framework (DUMITRO & LOURIDO, 2020)	Glasgow's Nature-based Solutions dashboard (CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL, 2020)
V	Possibilidade da metodologia ser aplicada em diferentes fases da implantação de uma SbN	SIM	SIM	SIM	EM PARTE	SIM	SIM	SIM	SIM	EM PARTE
	Justificativa	A metodologia pode ser utilizada tanto na fase de design de uma SbN, quando se está identificando quais seriam os SE mais relevantes e quais são os benefícios esperados, quanto nas fases de implantação e monitoramento. Inclusive o guia indica que alguns passos da metodologia podem ser ignorados se o intuito é fazer uma avaliação retrospectiva.	Como o objetivo primordial desta publicação é apenas fornecer diretrizes básicas de como definir e mensurar indicadores, a metodologia apresentada pode ser aplicada em qualquer fase relacionada à implantação de uma SbN, seja a fase de planejamento, ou sua implementação efetiva, ou ainda sua manutenção.	Apesar de ter sido elaborada com finalidade primordial de servir ao planejamento de infraestrutura verde em cidades, a metodologia possui um arcabouço que permite sua utilização também nas fases de implementação e manutenção de SbN.	A publicação apresenta diferentes metodologias que podem ser aplicadas nas fases de planejamento, implantação e manutenção de uma SbN.	A metodologia foi desenvolvida para ser aplicada em uma abordagem de "ciclo de projeto", compreendendo desde a fase de engajamento de partes interessadas, passando pelo planejamento, implementação e monitoramento.	A metodologia é explicitamente voltada a aplicar avaliação de benefícios de SbN para questões hídricas nas diferentes fases de um projeto, principalmente a fase de desenho e de implementação.	Como os modelos INVEST utilizam mapas de uso e cobertura da terra e parâmetros associados que são fornecidos pelo próprio usuário, é possível fazer a simulação dos impactos da implementação de um projeto de SbN em qualquer etapa do projeto de SbN.	Ainda que a metodologia enfatize a necessidade de desenvolver um plano de avaliação de impacto já na fase de planejamento de uma SbN, a metodologia pode ser perfeitamente utilizada em outros momentos do processo, sendo que sua potencial aplicação na fase de implementação é citada algumas vezes.	Por se tratar de uma ferramenta para divulgação de indicadores de impacto de SbN, ela é voltada principalmente para as fases de implantação e manutenção de SbN. Mas eventualmente, uma ferramenta similar pode ser desenvolvida já na fase de planejamento, incorporando dados que podem representar uma "linha de base" (situação pré-implantação de SbN).
VI	Capacidade da metodologia ser aplicada para diferentes níveis de concepção de uma SbN	SIM	SIM	SIM	EM PARTE	SIM	EM PARTE	SIM	SIM	NÃO
	Justificativa	A metodologia pode ser adaptada a diferentes disponibilidades de informação e propósitos, podendo assim ser utilizada em diferentes contextos e fases de planejamento da SbN.	Por ser basicamente voltada ao fornecimento de recomendações básicas sobre a definição, coleta e interpretação de indicadores, que devem ser definidos conforme o contexto e a fase de cada projeto de SbN, a metodologia pode ser aplicada em qualquer etapa de concepção de uma SbN.	A metodologia pode ser aplicada a diferentes momentos do planejamento e desenho de uma SbN, sendo adaptável a diferentes disponibilidades de informação e dados.	A publicação apresenta diferentes metodologias que podem ser aplicadas nas diferentes fases de concepção de planejamento de uma SbN, como estudos de viabilidade, projeto básico ou projeto executivo.	A metodologia é facilmente adaptável ao nível de detalhamento do planejamento de uma SbN.	Por se tratar de uma publicação que aponta diferentes metodologias para diferentes propósitos de avaliação de benefícios de SbN voltadas a recursos hídricos, o potencial de aplicação em diferentes etapas da concepção de uma SbN vai depender da metodologia escolhida.	Os modelos INVEST são flexíveis quanto ao nível de detalhamento das informações que alimentam os mesmos. E pode-se rodar de forma muito simples um mesmo modelo nas diferentes fases de concepção e planejamento, obtendo-se respostas mais apuradas conforme o detalhamento destas informações; para isso basta substituir a base de uso e cobertura da terra que alimenta o modelo ou então fazer ajustes em parâmetros para refletir diferentes comportamentos ambientais em uma mesma classe de uso/cobertura da terra.	A metodologia possui flexibilidade para ser utilizada com base em diferentes níveis de detalhamento, associados a diferentes fases e produtos de planejamento de uma SbN.	Dada sua abrangência espacial mais ampla (voltada à totalidade de um município, e a todas as SbN lá existentes) a ferramenta não se presta a ser utilizada para a simulação de impactos para projetos específicos de SbN.

Tabela 1 – Avaliação comparativa das metodologias para quantificação de benefícios de Soluções Baseadas na Natureza (continuação)

		METODOLOGIAS DE QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA								
CRITÉRIOS		Ecosystem services assessment: How to do one in practice. (EVERARD & WATERS, 2013)	Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators. (BROWN, C. <i>et al.</i> , 2014)	Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. COMISSÃO EUROPEIA (2016 e 2018)	Tools for measuring, modeling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. (NEUGARTEN <i>et al.</i> , 2018)	Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report). (COMISSÃO EUROPEIA, 2021a)	Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide. (BRILLET <i>et al.</i> , 2021)	INVEST 3.12.D. Workbench (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2022)	The Connecting Nature Impact Assessment Framework (DUMITRO & LOURIDO, 2020)	Glasgow's Nature-based Solutions dashboard (CONNECTING NATURE & GLASGOW CITY COUNCIL, 2020)
VII	Possibilidade de avaliação da viabilidade econômica da SbN	EM PARTE	EM PARTE	NÃO	EM PARTE	EM PARTE	EM PARTE	SIM	EM PARTE	EM PARTE
	Justificativa	Os autores abordam brevemente a pertinência de se fazer avaliações econômicas das mudanças investigadas nos serviços ecossistêmicos, e fazem recomendações sobre o nível de complexidade destas análises conforme o propósito da avaliação de impacto das SbN. Mas não entram no mérito de indicar métodos de avaliação econômica.	A metodologia em si não propõe alguma forma de avaliação econômica, mas cita outras ferramentas que podem ser usadas para tal (INVEST, CoSting Nature, ARIES)	Apesar de reconhecer os benefícios socioeconômicos proporcionados pelas SbN, a metodologia não apresenta técnicas e nem aponta outras metodologias para avaliação econômica de SbN.	A publicação apresenta diferentes metodologias que possibilitam a avaliação de viabilidade econômica de uma SbN.	Apesar de enfatizar a necessidade de avaliação de benefícios econômicos e proporcionar indicadores relacionados a análises de custo-benefício, a metodologia não traz orientações específicas de como realizar análises de viabilidade econômica de SbN.	Por se tratar de uma publicação que aponta diferentes propósitos de avaliação de benefícios de SbN voltadas a recursos hídricos, o potencial de utilização para se avaliar a viabilidade econômica de uma SbN vai depender da metodologia escolhida.	Bom parte dos modelos INVEST tem um módulo de avaliação econômica associada, que permite obter valores financeiros associados aos fluxos de serviços ecossistêmicos. E as saídas dos modelos INVEST podem facilmente ser utilizadas para análises econômicas e/ou sociais.	Apesar de indicar oportunidades de avaliação econômica de benefícios, e aponta alguns indicadores de ordem econômica, a metodologia não aborda diretamente métodos de análise de viabilidade econômica.	A plataforma online apresenta apenas um indicador de ordem econômica (número de negócios, por região e setor de atividade)
VIII	Possibilidade de avaliação dos múltiplos benefícios de uma SbN, nas esferas ambiental, social e econômica	SIM	SIM	NÃO	EM PARTE	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
	Justificativa	A metodologia reconhece que os serviços ecossistêmicos da infraestrutura verde proporcionam múltiplos e interconectados benefícios de ordem ambiental, social ou econômica, e aborda diferentes naturezas de benefícios, que podem ser avaliados com base nos princípios da mesma.	Como a metodologia trata de sugerir indicadores para diferentes categorias de serviços ecossistêmicos (suporte, provisão, regulação e culturais), ela permite avaliação de diferentes esferas de benefícios de SbN.	Apesar de reconhecer os diferentes tipos de benefícios gerados pelas SbN, nas esferas ambiental, social e econômica, a metodologia não oferece orientações específicas sobre como mensurar tais benefícios.	A publicação apresenta diferentes metodologias que permitem a avaliação de benefícios de diferentes naturezas (ambiental, social e econômica)	Os indicadores de impacto do NBS detalhados neste manual e no Apêndice de Métodos que o acompanha abrangem os domínios ambiental, social e econômico na avaliação de SbN.	Ainda que tenha um foco em recursos hídricos, o guia apresenta diferentes categorias de benefícios que provavelmente ocorrerão após as ações serem implementadas. Esses benefícios abrangem cinco temas principais: 1) quantidade de água, 2) qualidade da água, 3) carbono, 4) biodiversidade e 5) socioeconômico.	O INVEST é um pacote com diferentes modelos (mais de 20), capazes de analisar diferentes serviços ecossistêmicos, é possível utilizar um conjunto de modelos para avaliar diferentes benefícios de SbN, e obter não só resultados a nível ambiental (ligados a processos ecológicos ou serviços ecossistêmicos) mas também econômicos ou sociais (a partir de módulos de uso opcional ou utilizando as saídas dos modelos para outras análises).	A necessidade de se avaliar de forma abrangente, integrada e cumulativa os impactos que as SbN podem proporcionar à sociedade é enfatizada nesta metodologia, e indicadores relacionados a estas diferentes esferas são sugeridos.	A plataforma online incorpora indicadores de ordem ambiental (como habitats, conectividade, etc), sociais (taxas de crime, expectativa de vida, doenças) e econômicas (número de negócios)

5 METODOLOGIA SELECIONADA PARA QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS NO CONTEXTO DO PRESENTE ESTUDO

A metodologia indicada para esta finalidade, dentre aquelas avaliadas, foi a modelagem de Serviços Ecosistêmicos por meio da ferramenta InVEST (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*), desenvolvida pela iniciativa *Natural Capital Project*, coordenada pela Universidade de Stanford - EUA²¹.

A seguir detalha-se as respostas que esta metodologia oferece aos critérios de avaliação estabelecidos, de modo a se ilustrar o nível de atendimento a estes critérios.

I - Facilidade de aplicação da metodologia: a metodologia é de fácil compreensão e aplicação, não requerendo conhecimentos técnicos especializados?

Em parte, os modelos da ferramenta contam com um manual online, constantemente atualizado conforme eventuais aperfeiçoamentos de cada modelo, que indica de forma resumida e prática aspectos como a abordagem conceitual do modelo em questão, a sua forma básica de operação (ilustrando inclusive as equações que são aplicadas na análise computacional), a descrição dos dados de entrada e possíveis fontes para obtenção destes dados, os procedimentos de calibração do modelo, e a descrição dos resultados (indicando também como os mesmos devem ser interpretados). No entanto exige conhecimento básico em geoprocessamento (domínio de ferramentas como ArcGis ou QGis), para as operações de preparação dos dados geográficos a serem utilizados na alimentação dos modelos, bem como para a interpretação dos resultados e elaboração de mapas para apresentação dos mesmos.

II - Abordagem da metodologia: a metodologia é direcionada para aplicação prática, ou seja, contém orientações práticas para sua utilização em um caso real?

Sim, os modelos da ferramenta InVEST são totalmente voltados para aplicação em casos reais, e apresenta orientações claras de como cada modelo deve ser alimentado, calibrado, e como os resultados devem ser interpretados.

III - Requisitos de dados necessários para a aplicação da metodologia: os dados necessários para a aplicação da metodologia são de fácil acesso (por exemplo disponibilidade gratuita em repositórios de dados online) e a lista de dados é relativamente curta?

Sim, os modelos da ferramenta InVEST necessitam de dados relativamente bem conhecidos de técnicos da área ambiental, e alguns modelos (como *Carbon Storage and Sequestration*, *Urban Flood Risk Mitigation*, e outros) utilizam também dados socioeconômicos de fácil obtenção e aplicação. Ademais, o manual de cada modelo indica possíveis fontes de dados, ou procedimentos para a produção dos mesmos.

²¹ Disponível em: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu>

IV - Grau de reconhecimento nacional e internacional da metodologia: *a metodologia é reconhecida nas esferas nacional e internacional como eficiente para a avaliação de impactos de SBN?*

Sim, várias publicações que produziram compêndios sobre metodologias de avaliação de serviços ecossistêmicos, metodologias para avaliar impactos de projetos ambientais e abordagens similares, indicam a ferramenta InVEST como uma das metodologias mais completas e flexíveis para estes propósitos. Entre elas pode-se citar inclusive publicações aqui avaliadas, como BROWN *et al.* (2014), NEUGARTEN *et al.* (2018), COMISSÃO EUROPEIA (2021a) e BRILL *et al.* (2021) e CONNECTING NATURE (2020). O artigo que faz a apresentação acadêmica da ferramenta InVEST (Nelson *et al.*, 2009) possui 2.628 citações, segundo o Google Acadêmico.

V - Possibilidade de aplicação em diferentes fases da implantação de uma SBN: *a metodologia pode ser aplicada tanto na fase de planejamento das SBN, como nas fases de implementação ou de manutenção?*

Sim, como os modelos InVEST utilizam mapas de uso e cobertura da terra e parâmetros associados que são fornecidos pelo próprio usuário, é possível por exemplo fazer a simulação dos impactos da implementação de um projeto de SBN já na sua fase conceitual. Da mesma forma, quando o projeto já foi implementado é possível avaliar quais são os benefícios e riscos a ele associados; nesta fase, inclusive, é possível utilizar dados de monitoramento em campo para se proceder a uma calibração mais apurada do modelo, de modo a se obter respostas mais robustas.

VI - Possibilidade de aplicação em diferentes níveis de concepção de uma SBN: *a metodologia pode ser aplicada tanto na fase de estudos de viabilidade, como de projetos básicos ou projetos executivos?*

Sim, os modelos InVEST são flexíveis quanto ao nível de detalhamento das informações que alimentam os mesmos. E pode-se rodar de forma muito simples um mesmo modelo nas diferentes fases de concepção e planejamento, obtendo-se respostas mais apuradas conforme o detalhamento destas informações; para isso basta substituir a base de uso e cobertura da terra que alimenta o modelo ou então fazer ajustes em parâmetros para refletir diferentes comportamentos ambientais em uma mesma classe de uso/cobertura da terra.

VII - Possibilidade de avaliação da viabilidade econômica da SBN: *a metodologia incorpora ou permite a associação com avaliações de viabilidade econômica (p.ex. análise custo-benefício)?*

Sim, boa parte dos modelos InVEST tem um módulo de valoração econômica associada, que permite obter valores financeiros associados aos fluxos de serviços ecossistêmicos. E as saídas dos modelos InVEST podem facilmente ser utilizadas para análises econômicas e/ou sociais. Duas empresas do consórcio que desenvolve a presente consultoria (Aquaflora e Kralingen) já trabalharam em parceria para utilizar os resultados de modelagens do InVEST para subsidiar análises econômicas de custo-benefício, com metodologias e resultados publicados²².

²² [SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA AUMENTO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA](#) / [Soluções baseadas na Natureza - Viva Água Miringuava](#)

VIII - Possibilidade de avaliação dos múltiplos benefícios de uma SbN, nas esferas ambiental, social e econômica: *a metodologia é capaz de avaliar diferentes naturezas de benefícios, tanto ambientais, como sociais e econômicos?*

Sim, como o InVEST é um pacote com diferentes modelos (mais de 20), capazes de analisar diferentes serviços ecossistêmicos, é possível utilizar um conjunto de modelos para avaliar diferentes benefícios de SbN, e obter não só resultados a nível ambiental (ligados a processos ecológicos ou serviços ecossistêmicos) mas também econômicos ou sociais (a partir de módulos de uso opcional ou utilizando as saídas dos modelos para outras análises).

Na presente consultoria, depois de selecionada esta metodologia como a mais adequada para o propósito em questão, foram selecionados os modelos de serviços ecossistêmicos desta ferramenta que se julgou como mais adequado para a finalidade de quantificação de benefícios advindos da implementação de parques lineares e fluviais. Visto que este tipo de parque está fortemente relacionado com o meio aquático, foram eleitos modelos que tratassem de serviços ecossistêmicos hídricos; a seguir apresenta-se os SE hídricos avaliados e os respectivos modelos utilizados:

- Regulação de fluxos hídricos (escoamento superficial e subterrâneo), por meio do modelo InVEST *Seasonal Water Yield*;
- Mitigação de inundações, por meio do modelo InVEST *Urban Flood Risk Mitigation*;
- Regulação da produção e exportação de sedimentos aos corpos hídricos, por meio do modelo InVEST *Sediment Delivery Ratio*.

Outros modelos da plataforma InVEST com aparente aplicabilidade para parques lineares/fluviais, como os modelos de Qualidade cênica (InVEST *Scenic Quality*) e de Recreação (InVEST *Recreation*) não foram apontados como adequados para esta abordagem de quantificação. O modelo InVEST *Scenic Quality* permite que os usuários determinem os locais a partir dos quais estruturas artificiais costeiras ou marinhas podem ser vistos, afetando a qualidade da paisagem; ou seja, é voltado para análises em regiões marinho-costeiras, com condições ambientais expressivamente diferentes das regiões onde parque lineares são geralmente instalados (fundos de vales fluviais) em meio urbano. Já o modelo InVEST *Recreation* é parametrizado por meio de uma abordagem *proxy* para representar o fluxo de visitação em locais com atributos naturais: fotografias georreferenciadas postadas no site **flickr** (<https://www.flickr.com/>) são a principal fonte de informação utilizada; isto se configura como uma limitação, pois o modelo tem um viés condicionado pela popularidade deste site em determinado país ou região. Ademais, o banco de dados de locação das fotografias utilizado se refere apenas ao período 2005-2014.

As metodologias específicas de cada um dos três modelos são descritas de forma didática em slides com abordagem de curso de capacitação, disponíveis no Anexo 1, e também podem ser consultadas no manual *on line* da ferramenta²³. Estas metodologias foram aplicadas no Produto

²³ Modelo InVEST *Seasonal Water Yield* : https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/seasonal_water_yield.html

Modelo InVEST *Urban Flood Risk Mitigation* : https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/urban_flood_mitigation.html

Modelo InVEST *Sediment Delivery Ratio* :

5 da presente consultoria (“Quantificação dos Riscos e Benefícios Ambientais, Econômicos e Sociais da Implantação do Parque Fluvial do Bairro Jardim Maravilha”).

A partir de resultados obtidos sobre os fluxos de serviços ecossistêmicos e potenciais alterações que estes fluxos possam vir a ter em decorrência de mudanças nos usos e cobertura da terra, é possível desenvolver avaliações socioeconômicas, no sentido de calcular benefícios de ordem monetária ou relativa ao bem-estar social (como foi justamente realizado e apresentado no Produto 5). Também no Produto 5 desta consultoria, exemplifica-se o uso da metodologia de escolha na aplicação prática da valoração de benefícios socioeconômicos derivados das melhorias físico-ambientais das SbN.

No entanto, como NATURAL CAPITAL PROJECT (2022) bem reconhece, a valoração dos serviços ecossistêmicos, seja ela monetária ou não monetária, geralmente é complexa e específica para cada contexto, não sendo possível sugerir metodologias de caráter generalista para a avaliação destes benefícios. RAYMOND et al. (2017) também reconhecem a dificuldade de se realizar a consideração quantitativa dos benefícios socioeconômicos das SbN. Os autores propõem, para tanto, um complexo arcabouço que envolve sete etapas, sendo de interesse os dois primeiros passos. São eles: 1) identificar o problema ou a oportunidade; 2) selecionar e avaliar as SbN relacionadas, com base em metodologias tal como a selecionada. Não há, no arcabouço, indicações de metodologias específicas, bem como os autores reconhecem que diferentes casos demandam diferentes abordagens.

NELSON et al. (2020) também apontam como dificuldades da consideração das SbN a falta de valoração socioeconômica. Apontam, como entraves, a falta de uma estrutura para contabilização completa da multifuncionalidade das SbN, assim como citam a inerente complexidade de estimar benefícios e externalidades como tal.

De toda forma, exemplos de utilização dos resultados do InVEST para avaliação de benefícios sociais e econômicos já foram aqui apontados (ver item VII deste tópico).

6 GUIA DE INDICADORES PARA QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS DE SBN EM PARQUES LINEARES/FLUVIAIS

Foi realizado um levantamento de indicadores para avaliação da eficiência de Sbn em municípios brasileiros, com ênfase em indicadores relevantes para avaliação de impactos dos projetos de parques lineares e fluviais, priorizando-se indicadores ambientais, sociais e econômicos de relativamente fácil disponibilidade, preferencialmente já coletados para outros fins, e que possam ser úteis para se verificar a contribuição da implantação destes parques em relação às salvaguardas ambientais e sociais mínimas e aos seus requisitos básicos.

Neste guia utiliza-se o conceito de “área verde”, por ser mais adequado à tipologia de Sbn para a qual os indicadores foram definidos (parques lineares e fluviais). De acordo com o Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA Nº 369/2006, considera-se área verde de domínio público “o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização”.

A partir deste levantamento é apresentada uma proposição de 32 indicadores a serem utilizados para a quantificação de benefícios das Sbn em questão. Os indicadores propostos são de cunho ambiental, social ou econômico, e foram majoritariamente selecionados entre indicadores sugeridos nos mais completos e atuais compêndios sobre indicadores para avaliação de impacto de Sbn, as publicações “*Nature-based solution evaluation indicators: Environmental Indicators Review*” (CONNOP et al., 2020) e “*Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: Appendix of Methods*” (COMISSÃO EUROPEIA, 2021b). Para cada indicador são informados:

- 1) o benefício a ser avaliado mediante a mensuração do indicador;
- 2) a descrição do indicador;
- 3) a unidade de medição deste indicador;
- 4) tipo de indicador (ambiental, social ou econômico);
- 5) justificativas para uso do indicador;
- 6) possíveis métodos para coleta/estimativa deste indicador²⁴;
- 7) eventuais observações (particularidades, limitações etc.).

Não foram atribuídos valores de referência para indicar graus satisfatórios ou insatisfatórios de um determinado indicador. Valores de referência dependem muito do contexto de cada local avaliado, não é possível atribuir valores em um guia de caráter genérico. Deve-se buscar referências de níveis satisfatórios para os indicadores com base na literatura específica para cada região, em consultas e experts ou na experiência dos gestores ambientais. Os guias de indicadores de impacto de Sbn consultados para esta consultoria (CONNOP et al., 2020; COMISSÃO EUROPEIA, 2021a) e indicados como algumas das melhores publicações sobre o tema

²⁴ Importante esclarecer que pode haver vários métodos para mensuração de cada um destes indicadores, e que aqui é sugerido apenas um ou dois métodos para cada indicador, com base em COMISSÃO EUROPEIA (2021b) e na experiência prática de especialistas do consórcio.

(grupo de WhatsApp SBN Brasil, comunicação pessoal, 2022); não apresentam valores de referência.

Os indicadores propostos são adequados tanto para o monitoramento do impacto das SbN ao longo do tempo (a partir de uma linha de base pré-implementação), ou modelagem de benefícios destas SbN²⁵ (considerando um cenário de linha de base e cenários alternativos).

É importante que os indicadores sejam utilizados em conjunto (mesmo que não se utilizem todos os indicadores sugeridos) para evitar conclusões errôneas pela utilização de um indicador de forma isolada. Por exemplo, o indicador "índice de áreas verdes públicas" pode ser analisado em conjunto com indicadores como "áreas verdes públicas/área total" e "distância média para áreas verdes públicas", para se obter uma percepção mais completa sobre o acesso das pessoas às áreas verdes públicas.

A seguir são listados os indicadores para quantificação de benefícios promovidos pelos parques lineares/fluviais como uma tipologia de SbN; estes indicadores estão divididos nas 3 categorias de benefícios propostas (em relação à esfera de percepção do benefício): ambientais, econômicos e sociais (entretanto alguns indicadores podem ser entendidos como pertencentes a duas ou três esferas).

6.1 INDICADORES DE BENEFÍCIOS AMBIENTAIS

- Valor médio mensal da temperatura máxima diária;
- Carbono removido pela vegetação;
- Carbono armazenado na vegetação;
- Relação escoamento superficial/precipitação;
- Escoamento superficial;
- Escoamento subterrâneo;
- Vazão máxima;
- Índice de Qualidade de Água;
- Carga de sedimentos (descarga sólida);
- Área inundada;
- Relação área verde pública/área total;
- Conectividade ecológica estrutural;
- Espécies nativas vegetais;
- Espécies nativas animais;
- Espécies exóticas invasoras vegetais;
- Espécies exóticas invasoras animais;
- Índice de qualidade do ar;
- Dias com Índice de qualidade do ar abaixo do recomendado.

²⁵ Ainda que a modelagem de alguns benefícios, notadamente os de natureza social, possa ser extremamente desafiadora e sujeita a um alto nível de incerteza (FOREST RESEARCH, 2010).

6.2 INDICADORES DE BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

- Perdas econômicas por evento de inundação;
- Negócios dentro e na proximidade de áreas verdes públicas;
- ISS pago na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.);
- Valor médio das propriedades residenciais;
- Valor médio das propriedades comerciais.

6.3 INDICADORES DE BENEFÍCIOS SOCIAIS

- População afetada por inundação;
- Índice de Áreas Verdes Públicas (IAVP);
- Distância média para áreas verdes públicas;
- Visitantes em áreas verdes públicas;
- Envolvimento comunitário com planejamento e gestão de áreas verdes públicas;
- Taxa de crimes dentro e na proximidade de áreas verdes públicas;
- Zoonoses na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.);
- Doenças mentais na localidade da área verde (bairro, subprefeitura etc.);
- Distância média percorrida no interior da área verde como parte de rota de locomoção.

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais.

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Valor médio mensal da temperatura máxima diária	Conforto térmico	Temperatura (°C) e Temperatura radiante média	Ambiental	É um bom indicador para fornecer uma ideia dos efeitos das altas temperaturas no conforto urbano e na saúde humana.	Coleta com frequência máxima de 1 hora, com uso de termômetros de precisão ou estações meteorológicas, para identificação da temperatura máxima diária; cálculo da média do período (mês, ano, etc).	Sugere-se que tais medidas sejam feitas concomitantemente no interior de áreas verdes e no seu entorno, para cálculo das diferenças (visto que a expressão do benefício esperado é a diferença de temperatura)
Carbono removido pela vegetação	Sequestro de carbono da atmosfera/mitigação climática	Massa absoluta (Ton. CO2e) ou específica (Ton. CO2e/ha)	Ambiental	Medidas de armazenamento e sequestro de C fornecem uma conexão tangível entre os impactos do uso da terra local, planejamento e tomada de decisões de gerenciamento e a mitigação das mudanças climáticas	Modelagem de sequestro de carbono (variação entre cenários pré e pós intervenção) com base em valores médios de estoque de carbono para diferentes usos da terra.	Tais informações também podem ser obtidas por inventários de biomassa, mas este é um método bem mais complexo e dispendioso.
Carbono armazenado na vegetação	Armazenamento de carbono na biosfera/mitigação climática	Massa absoluta (Ton. CO2e) ou específica (Ton. CO2e/ha)	Ambiental	Medidas de armazenamento e sequestro de C fornecem uma conexão tangível entre os impactos do uso da terra local, planejamento e tomada de decisões de gerenciamento e a mitigação das mudanças climáticas	Modelagem de estoques de carbono com base em valores médios de estoque de carbono para diferentes usos da terra.	Tais informações também podem ser obtidas por inventários de biomassa (e equações alométricas), mas este é um método bem mais complexo e dispendioso.
Relação escoamento superficial/precipitação	Redução do impacto de inundações	% (Escoamento superficial/Precipitação por evento ou por período)	Ambiental	Uma consequência significativa da impermeabilização em cidades é o maior escoamento superficial nas áreas urbanas, o que pode levar a enxurradas e inundações.	Medição direta de escoamento superficial (por meio de calhas ou pequenos represamentos associados a instrumentos de medição) ou indireta (por meio de modelagem hidrológica); medição direta de precipitação (por meio de pluviômetros ou pluviógrafos); cálculo da relação Escoamento superficial/Precipitação por evento ou por período	Recomenda-se que tais edições sejam realizadas durante eventos extremos de precipitação, pois são nestas ocasiões que o excesso de escoamento superficial causa danos.
Escoamento superficial	Redução do impacto de inundações	mm/evento ou mm/período	Ambiental	Uma consequência significativa da impermeabilização em cidades é o maior escoamento superficial nas áreas urbanas, o que pode levar a enxurradas e inundações.	Medição direta de escoamento superficial (por meio de calhas ou pequenos represamentos associados a instrumentos de medição) ou indireta (por meio de modelagem hidrológica)	Idem acima
Escoamento subterrâneo	Redução do impacto de inundações/aumento de infiltração/alimentação de lençóis freáticos	mm/evento ou mm/período	Ambiental	À medida que a impermeabilidade da superfície aumenta, o volume e a velocidade do escoamento superficial aumentam e há uma diminuição correspondente na infiltração de água.	Medição direta de infiltração (por meio de infiltrômetros) ou indireta (por meio de modelagem hidrológica)	Idem acima

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais. (continuação)

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Vazão máxima	Redução do impacto de inundações	m3/s	Ambiental	As vazões máximas (também conhecidas como vazões de pico) estão intimamente relacionadas com a ocorrência de transbordamentos de canais e consequentes inundações.	Medição de nível de água ou de descarga hídrica	Idem acima
Índice de Qualidade de Água	Melhoria da qualidade de águas para abastecimento e recreação	IQA (adimensional)	Ambiental	O IQA é utilizado em escala nacional, sendo a principal forma de reportar oficialmente a qualidade da água para abastecimento humano e outros usos.	Coleta periódica dos parâmetros componentes do IQA, e cálculo do índice (conforme http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx)	Tal método é mais simples e econômico quando já existe uma estação de medição de qualidade de água; caso contrário será necessário instalar e gerenciar uma estação para este fim.
Carga de sedimentos (descarga sólida)	Melhoria da qualidade de águas para abastecimento e recreação/Redução de assoreamento	Massa absoluta (Ton.) ou específica (Ton./ha)	Ambiental	Uma maior concentração de sedimentos na água afeta negativamente sua qualidade, e também gera maior decantação e assoreamento de fundo de leitos (aumentando a possibilidade de inundações)	Coleta periódica de parâmetros de qualidade de água como concentração de sólidos totais em suspensão ou utilização de calhas e coleta e medição de sedimentos.	Este método é mais simples e econômico quando já existe uma estação de amostragem de qualidade de água; caso contrário será necessário instalar e gerenciar um sensor de sedimentos para este fim.
Área inundada	Redução do impacto de inundações	metros quadrados, hectares ou quilômetros quadrados.	Ambiental/Econômico/Social	A área potencial ou efetivamente inundada é um indicador direto do impacto das inundações sobre as pessoas e as atividades econômicas.	Medição cartográfica por meio de imagens de sensoriamento remoto ou local (p.ex. drones), ou estimativa por modelagem hidrodinâmica.	O mapeamento de "marcas d'água" <i>in loco</i> e o delineamento dos limites da mancha de inundação é outro método possível. As manchas de inundação variam conforme o tempo de retorno e a duração das chuvas.
População afetada por inundação	Redução do impacto de inundações	Número de pessoas (por evento ou por período)	Social	A população potencial ou efetivamente afetada por inundações é um indicador direto do impacto das inundações sobre as pessoas.	Cruzamento de área potencial ou efetivamente inundada com dados geográficos demográficos.	A grade estatística do IBGE permite a obtenção de dado do Censo 2010 distribuídos geograficamente (https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010 / https://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/)

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais. (continuação)

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Perdas econômicas por evento de inundação	Redução do impacto de inundações	Valor (R\$) (por evento ou por período)	Econômico	As perdas econômicas decorrentes de inundações configuram um indicador direto do impacto das inundações sobre as pessoas e as atividades econômicas.	Estimativa com base na área potencial ou efetivamente inundada (discriminada por tipo de construções nesta área, residenciais ou comerciais) e valor médio de danos a propriedades residenciais e/ou comerciais.	Um recente relatório da União Europeia oferece métodos de cálculo e valores de referência sobre danos econômicos por inundações (https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC105688/global_flood_depth-damage_functions__10042017.pdf)
Índice de Áreas Verdes Públicas (IAVP)	Maior acesso a áreas verdes de uso público (parques, praças e afins)	m2/habitante (área verde pública/número de habitantes do bairro ou cidade)	Social	Este é um indicador bastante utilizado na literatura acadêmica (Rosset, 2005; Benini, 2009) sobre o acesso das pessoas a áreas verdes de acesso público.	Cálculo com base em dados cartográficos (áreas verdes públicas) e demográficos (população) para um determinado território:. (fórmula: extensão total das áreas verdes públicas/população total).	De acordo com o Art. 8º, § 1º, da Resolução CONAMA Nº 369/2006, considera-se área verde de domínio público "o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização".
Relação área verde pública/área total	Maior acesso a áreas verdes de uso público (parques, praças e afins)	% (área verde pública/área total do bairro ou cidade)	Ambiental	Este indicador permite avaliar a participação das áreas verdes públicas na matriz de uso e cobertura da terra de um determinado território.	Cálculo com base em dados cartográficos (áreas verdes públicas e área total) para um determinado território:. (fórmula: soma das áreas verdes públicas/área total).	Idem acima
Distância média para áreas verdes públicas	Maior acesso a áreas verdes públicas	metros ou quilômetros	Social	Este é outro indicador proposto para avaliar o acesso das pessoas a áreas verdes públicas, que permite inferir se as áreas verdes públicas estão localizadas a distâncias percorráveis a pé ou por transportes públicos.	Cálculo da distância de cada quadra residencial à área verde pública mais próxima (por meio de ferramentas de SIG) , seguido do cálculo do valor médio.	Idem acima
Visitantes em áreas verdes públicas	Utilização de áreas verdes públicas	Número de pessoas (por período)	Social	Este é um indicador direto de aumento de qualidade de vida pelo contato com áreas verdes públicas. Quanto maior for o número de visitantes em determinada área, maior será a suposta contribuição para a qualidade de vida da população local.	Contabilização manual (contagem visual) ou automática (por meio de catracas ou outros método de controle de visitação), relativa a determinado período.	Podem ser feitos detalhamento e recortes por g�nero, nível de renda, nível de educação, etc.

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais. (continuação)

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Conectividade ecológica estrutural	Aumento de biodiversidade/Melhoria de processos ecológicos	Índice de proximidade (NEAR)	Ambiental	Uma abordagem de infraestrutura verde, que busca ligar parques e outros espaços verdes, é considerada essencial para a preservação da biodiversidade e para combater a fragmentação dos habitats naturais e seminaturais e aumentar sua conectividade.	A conectividade estrutural é medida pela proximidade de áreas verdes e pela matriz de infraestrutura natural que eles formam em uma cidade. Normalmente, eles são medidos por meio de uma análise de geoprocessamento que mede a distribuição e a proximidade em nível municipal (Zhang et al. 2019, apud COMISSÃO EUROPEIA, 2021b). Uma metodologia bastante conhecida para tal mapeamento é a ferramenta FRAGSTATS (Saura e Torné 2009, apud COMISSÃO EUROPEIA, 2021b).	Exige algum conhecimento especializado em análise de paisagem. Uma base conceitual pode ser obtida em Metzger (2001), https://www.scielo.br/j/bn/a/Jbc hd6rjY35PGkY5BHPz63S/?lang=pt
Espécies vegetais nativas	Aumento de biodiversidade	Número de espécies, frequência e dominância em uma amostra	Ambiental	Oferece uma medida direta da qualidade do habitat para a conservação da biodiversidade vegetal.	Monitoramento biológico de campo e cálculo da riqueza de espécies de diferentes grupos taxonômicos (número de espécies).	Interessante avaliar os locais de regeneração natural (clareiras e sub-bosques) para verificar o ingresso de novas espécies nativas (principalmente por zoocoria)
Espécies animais nativas	Aumento de biodiversidade	Número de espécies, frequência e dominância em uma amostra	Ambiental	Oferece uma medida direta da qualidade do habitat para a conservação da biodiversidade vegetal.	Monitoramento biológico de campo e cálculo da riqueza de espécies de diferentes grupos taxonômicos (número de espécies).	Importante que o monitoramento seja feito nas épocas chuvosa e seca, para captar a variabilidade sazonal
Espécies vegetais exóticas invasoras	Redução de riscos à biodiversidade nativa	Número de espécies em uma amostra	Ambiental	Oferece uma medida direta da qualidade do habitat para a conservação da biodiversidade vegetal.	Monitoramento biológico de campo e cálculo da riqueza de espécies de diferentes grupos taxonômicos (número de espécies).	Interessante avaliar os locais de regeneração natural (clareiras e sub-bosques) para verificar o ingresso de espécies exóticas
Espécies animais exóticas invasoras	Redução de riscos à biodiversidade nativa	Número de espécies	Ambiental	Oferece uma medida direta da qualidade do habitat para a conservação da biodiversidade vegetal.	Monitoramento biológico de campo e cálculo da riqueza de espécies de diferentes grupos taxonômicos (número de espécies).	Importante que o monitoramento seja feito nas épocas chuvosa e seca, para captar a variabilidade sazonal
Índice de qualidade do ar	Melhoria da qualidade do ar	Índice de qualidade do ar (IQA _r)	Ambiental	Reflete o impacto potencial da qualidade do ar na saúde, devido aos impactos na saúde associados à concentração de substâncias poluentes no ar, principalmente sobre o sistema respiratório	Cálculo conforme "Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar" (MMA, 2020)	O monitoramento da qualidade do ar deve ser preferencialmente realizado no interior e no entorno mais afastado da área verde.

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais. (continuação)

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Dias com Índice de qualidade do ar abaixo do recomendado	Melhoria da qualidade do ar	Número de dias por período	Ambiental	Reflete a frequência da exposição das pessoas a baixos índices de qualidade do ar, com possíveis impactos na saúde.	Verificação estatística de dados diários do Índice de qualidade do ar (IQAr)	Idem acima
Negócios dentro e na proximidade de áreas verdes públicas	Aumento da atividade econômica	Número de negócios registrados	Econômico	A disponibilidade de áreas verdes nas proximidades pode melhorar a experiência do consumidor de bens e serviços, favorecendo potencialmente para atividade de comércio e prestação de serviços.	Consulta a registros municipais de alvarás de atividade comercial ou de prestação serviços para localidade de interesse.	Nem sempre é possível o acesso a dados discriminados por nível territorial mais detalhado que município, o que dificulta o uso deste indicador.
ISS pago na localidade da área verde pública (bairro, subprefeitura, etc)	Aumento da atividade econômica	Valor (R\$) (por período)	Econômico	Este é um indicador econômico direto de maior ou menor atividade econômica em regiões de influência de áreas verdes públicas.	Consulta a registros municipais de arrecadação de ISS por localidade (se possível tal nível de discriminação geográfica)	Idem acima
Valor médio das propriedades residenciais	Aumento do valor comercial de propriedades	Valor relativo (R\$/m2)	Econômico	A mudança na atratividade de uma área devido à presença de espaço verde público ou outra SbN pode ser determinada pelo preço de venda/aluguel ou pelo valor estimado de um terreno ou propriedade localizada nas proximidades da SbN.	Análise estatística de valores anunciados para venda de imóveis residenciais localizados na região de interesse, e comparação com outras regiões próximas mas desprovidas de áreas verdes públicas.	Atentar para outros fatores que influenciam os preços de imóveis.
Valor médio das propriedades comerciais	Aumento do valor comercial de propriedades	Valor relativo (R\$/m2)	Econômico	A mudança na atratividade de uma área devido à presença de espaço verde público ou outra SbN pode ser determinada pelo preço de venda/aluguel ou pelo valor estimado de um terreno ou propriedade localizada nas proximidades da SbN.	Análise estatística de valores anunciados para venda de imóveis comerciais localizados na região de interesse.	Idem acima
Envolvimento comunitário com planejamento e gestão de áreas verdes públicas	Participação social	Número de pessoas envolvidas (por período)	Social	O envolvimento da comunidade no planejamento e na tomada de decisões é muito importante para se obter SbN bem projetadas e que atendem às demandas locais.	Registro de participantes de reuniões e outros eventos visando o planejamento e gestão de áreas verdes públicas.	Podem ser feitos detalhamento e recortes por gênero, nível de renda, nível de educação, etc.
Taxa de crimes dentro e na proximidade de áreas verdes públicas	Redução de criminalidade	Número de crimes (por período)	Social	O número de incidentes violentos, perturbações da ordem e outros crimes é um indicador primário de percepção de segurança pessoal, afetando a qualidade de vida de forma expressiva	Análise estatística de registros oficiais de crimes (discriminados pela área de interesse).	Atentar para outros fatores que podem gerar aumento ou redução de criminalidade.

Tabela 2 – Indicadores sugeridos para quantificação de benefícios promovidos por parques lineares e fluviais. (continuação)

INDICADOR	BENEFÍCIO	UNIDADE	TIPO	JUSTIFICATIVA	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	OBSERVAÇÕES
Zoonoses na localidade da área verde pública (bairro, subprefeitura, etc)	Redução de doenças	Número de casos (por período) e localidade	Social	Como áreas verdes são habitat para inimigos naturais (p.ex. anfíbios) de vetores de zoonoses (p.ex. mosquitos), pode-se inferir uma possível redução de zoonoses nas proximidades de áreas bem conservadas.	Análise estatística de registros epidemiológicos oficiais de zoonoses (como dengue e febre amarela).	Atentar para outros fatores que podem gerar variabilidade na ocorrência de zoonoses, como fatores climáticos, campanhas de controle de vetores, etc.
Doenças mentais na localidade da área verde pública (bairro, subprefeitura, etc)	Redução de doenças	Número de casos (por período) e localidade	Social	Estudos experimentais mostraram que a visitação a espaços verdes pode trazer benefícios para a saúde mental, como reduzir o estresse, restaurar a atenção e melhorar o humor	Análise estatística de registros oficiais de doenças mentais (como depressão e ansiedade).	Atentar para outros fatores que podem gerar variabilidade na ocorrência de doenças mentais, como fatores econômicos, familiares, sociais, etc.
Distância média percorrida no interior da área verde pública como parte de rota de locomoção	Aumento de mobilidade	Distância percorrida (m, km)	Social	Os passeios lineares proporcionam benefícios de aumento de mobilidade urbana sustentável à coletividade local, podendo ser utilizados para a locomoção ao trabalho, à escola ou a outras atividades.	Pesquisa baseada em entrevistas com usuários das áreas verdes públicas sobre distâncias percorridas com finalidade de locomoção a destinos fora da área verde.	Universidades e outra instituições de pesquisa podem colaborar em investigações desta natureza.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta não é uma lista exaustiva de metodologias e indicadores que podem se prestar a quantificação de benefícios derivados da implementação e gerenciamento de Soluções Baseadas na Natureza, com foco em parques lineares ou fluviais. Trata-se tão somente de uma sugestão inicial de ferramentas que já foram utilizadas anteriormente para finalidades semelhantes. Os planejadores, implementadores e gestores destes parques são os profissionais mais habilitados para definir quais métodos e indicadores são mais adequados para mensurar a performance que estas áreas verdes desempenham ou podem desempenhar como provedores de benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Outras metodologias e indicadores não listados nesta publicação poderão se mostrar muito úteis para esta função, assim como os procedimentos aqui sugeridos podem ser entendidos como inadequados ao propósito de quantificação de benefícios de SbN em casos específicos, seja por indisponibilidade de dados, pelo grau de complexidade de alguns métodos para cálculo desses indicadores, ou ainda devido a especificidades das áreas avaliadas.

De toda forma, acreditamos que este guia de indicadores de impactos de SbN (e os métodos para obtenção de valores a eles relacionados) possam servir como um importante ponto de partida para que cada municipalidade defina o seu próprio arcabouço metodológico para poder avaliar, atestar e divulgar os inegáveis benefícios prestados pelas Soluções Baseadas na Natureza (e, em específico os parques lineares ou fluviais) para os ambientes urbanos. Apenas a experiência individual de cada governo ou agência municipal permitirá uma segura e correta definição dos métodos mais adequados para a quantificação de benefícios das SbN.

Por outro lado, recomenda-se a utilização de métodos e indicadores facilmente reconhecíveis e compreensíveis tanto por técnicos como por tomadores de decisão, e que já tenham sido utilizados em outras avaliações e pesquisas (como é a metodologia sugerida, já bastante testada e disseminada, e também o são os indicadores aqui sugeridos, em sua grande maioria apontados pela COMISSÃO EUROPEIA (2021a)). Isto geralmente proporciona um maior nível de credibilidade, e consequentemente uma maior aceitação das conclusões atingidas, o que favorece a potencial utilização destas conclusões na tomada de decisões gerenciais sobre a criação de novas Soluções Baseadas na Natureza e no gerenciamento das SbN existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRÉASSIAN, V. (2004) **Waters and forests: from historical controversy to scientific debate.** Journal of Hydrology 291: 1–27.
- BRILL, G.; SHIAO, T.; KAMMEYER, C.; DIRINGER, S.; VIGERSTOL, K.; OFOSU-AMAAH, N.; MATOSICH, M.; MÜLLER-ZANTOP, C.; LARSON, W. ; DEKKER, T. (2021). **Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide.** United Nations CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California. www.ceowatermandate.org/nbs/guide
- BROWN, C., REYERS, B., INGWALL-KING, L., MAPENDEMBE, A., NEL, J., O'FARRELL, P., DIXON, M. & BOWLES-NEWARK, N. J. (2014). **Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators.** UNEP-WCMC, Cambridge, UK. <https://resources.unep-wcmc.org/products/measuring-ecosystem-guidance-developing-ecosystem-service-indicators/download/473310>
- CALDER, I.; HOFER, T.; VERMONT, S.; WARREN, P. (2007) **Towards a new understanding of forests and water.** Unasylva 229, Vol. 58, 2007
- COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. 2016. **Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges.** IUCN, Gland, Switzerland Doi, 10.
- COMISSÃO EUROPEIA (2016a). **Policy Topics: Nature-Based Solutions.** <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>.
- COMISSÃO EUROPEIA (2016b) **Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Urban ecosystems 4th Report.** Publications office of the European Union, Luxembourg. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/c3919882-3904-11e6-a825-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-283163281>
- COMISSÃO EUROPEIA (2021a). **Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report).** European Commission -Directorate-General for Research and Innovation. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d7d496b5-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1>
- COMISSÃO EUROPEIA (2021b). **Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: Appendix of Methods.** European Commission -Directorate-General for Research and Innovation. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6da29d54-ad4e-11eb-9767-01aa75ed71a1/language-en>
- CONNOP, S; NASH, C.; ELLIOT, J.; HAASE, D.; DUSHKOVA, D. (2020). **Nature-based solution evaluation indicators: Environmental Indicators Review.** Connecting Nature. https://connectingnature.eu/sites/default/files/images/inline/CN_Env_Indicators_Review_0.pdf
- COSTANZA R., D'ARGE R., DE GROOT R., et al. 1997. **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** Nature 387: 253–60.
- CREED, I. F. & NOORDWIJK, M. Van (eds.) (2018). **Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report.** IUFRO World Series Volume 38. Viena: IUFRO, 2018

DIMITRU, A. & LOURIDO, D. (2020). Impact Assessment Guidebook (The Connecting Nature Impact Assessment Framework: developing robust monitoring and evaluation plans for nature-based solutions). Connecting Nature.

<https://connectingnature.eu/sites/default/files/images/inline/Impact%20Assessment.pdf>

EVERARD, M & WATERS R. (2013). **Ecosystem services assessment: How to do one in practice**. Institution of Environmental Sciences, London. www.ies-uk.org.uk/resources/ecosystem-servicesassessment

FOREST RESEARCH (2010). **Benefits of green infrastructure**. Report to Defra and CLG. Forest Research, Farnham.

FRIEDRICH, D. (2007). **O parque linear como instrumento de planejamento e gestão das áreas de fundo de vale urbanas**. Dissertação de mestrado, UFRGS.

GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D; SAAD, S.Y. (2018) **Soluções Baseadas na Natureza para aumento da resiliência hídrica: quantificação e valoração dos benefícios da infraestrutura natural no município de São Bento do Sul (SC)**. Curitiba-PR: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza.

HAMILTON, L.S. (org.) (2008) **Forests and Water – a thematic study prepared in the framework of the Global Forest Resources Assessment 2005**. Roma-Itália: FAO, 2008

IUCN (2020). **Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS**. First edition. Gland, Switzerland: IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>

KARESH, W.B.; DOBSON, A.; LLOYD-SMITH, J.O.; LUBROTH, J.; DIXON, M.A.; BENNETT M.; ALDRICH, S.; HARRINGTON, T.; FORMENTY, P.; LOH, E.H.; MACHALABA, C.C.; THOMAS, M.J.; HEYMANN, D.L. **Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories**. Lancet. 2012 Dec 1;380(9857):1936-45. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61678-X. PMID: 23200502; PMCID: PMC7138068.

KEESING F.R., HOLT, R.D., OSTFELD, R.S. (2006) **Effects of species diversity on disease risk**. Ecological Letters 9:485–498.

MAES J., TELLER A., ERHARD M., GRIZZETTI B., BARREDO J.I., PARACCHINI M.L., CONDÉ S., SOMMA F., ORGIAZZI A., JONES A., ZULIAN A., VALLECILLO S., PETERSEN J.E., MARQUARDT D., KOVACEVIC V., ABDUL MALAK D., MARIN A.I., CZÚCZ B., MAURI A., LOFFLER P., BASTRUP-BIRK A., BIALA K., CHRISTIANSEN T., WERNER B. (2018) **Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition**. Publications office of the European Union, Luxembourg. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC120383/eu_ecosystem_assessment_final.pdf

MMA. (2020) Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Guia técnico para o monitoramento e avaliação da qualidade do ar. Brasília, DF: MMA, 2020.

MORA, N. (2013) **Experiências de parques lineares no Brasil: espaços multifuncionais com o potencial de oferecer alternativas a problemas de drenagem e águas urbanas**. Nota técnica do BID, 518. Banco Interamericano de Desenvolvimento.

<https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Experi%C3%A7%C3%A3o-de-parques-lineares-no-Brasil-espa%C3%A7os-multifuncionais-com-o-potencial-de-oferecer-alternativas-a-problemas-de-drenagem-e-%C3%A1guas-urbanas.pdf>

da MOTTA, R. S. (1998). **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. IPEA/MMA/PNUD/CNPq.

NATURAL CAPITAL PROJECT, 2022. **INVEST 3.13.0.post5+ug.gce76c6e User's Guide**. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, and Stockholm Resilience Centre.
<https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/index.html>

NELSON, Donald R.; BLEDSOE, B., P.; FERREIRA, S.; NIBBELINK, N. P. **Challenges to realizing the potential of nature-based solutions**. Current Opinion in Environmental Sustainability 45 (2020): 49-55, <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.09.001>.

NEUGARTEN, R.A., LANGHAMMER, P.F., OSIPOVA, E., BAGSTAD, K.J., BHAGABATI, N., BUTCHART, S.H.M., DUDLEY, N., ELLIOTT, V., GERBER, L.R., GUTIERREZ ARRELLANO, C., IVANIĆ, K.-Z., KETTUNEN, M., MANDLE, L., MERRIMAN, J.C., MULLIGAN, M., PEH, K.S.-H., RAUDSEPP-HEARNE, C., SEMMENS, D.J., STOLTON, S., WILLCOCK, S. (2018). **Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas**. Gland, Switzerland: IUCN
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-028-En.pdf>

PARRISH, C. R., HOLMES, E. C., MORENS, D. M., PARK, E. C., BURKE, D. S., CALISHER, C. H., LAUGHLIN, C. A., SAIF, L. J., & DASZAK, P. (2008) **Cross-species virus transmission and the emergence of new epidemic diseases**. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 72, 457–470, 2008. <https://doi.org/10.1128/MMBR.00004-08>

PARRON et al. (2015) **Avaliação de indicadores e valoração de serviços ambientais em diferentes sistemas de manejo**. Embrapa.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131969/1/Livro-Servicos-Ambientais-Embrapa.pdf>

RAYMOND, C.M; FRANTZESKAKI, N.; KABISH, N.; BERRY, P.; BREIL, M.; NITA, M.R.; GENELETTI, D.; CALFAPIETRA, C. **A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas**. Environmental Science & Policy. Volume 77, November 2017, Pages 15-24.

SANTOS, H.; CAMPOS, Y. (2006). **Um parque ao longo do caminho: parques lineares são alternativas para ocupação das margens dos rios sem degradação**. Belo Horizonte: Jornal Manuelão, p.6.

SHIAO, T.; KAMMEYER, C.; BRILL, G.; Feinstein, L.; MATOSICH, M.; VIGERSTOL, K.; MÜLLER-ZANTOP, C. (2020). **Business Case for Nature-Based Solutions: Landscape Assessment**. United Nations Global Compact CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California.
www.ceowatermandate.org/nbs/landscape

TAYLOR, L. H., LATHAM, S. M., & WOOLHOUSE, M. E. J. (2001) **Risk factors for human disease emergence**. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 356, 2001983–989, 2001.<https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0888>

TUCCI, C.; CLARKE, R. (1997) **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Vol.2 n.1, pp. 135-152, 1997

UNEP. United Nations Environment Programme (2022). **Nature-based Solutions: Opportunities and Challenges for Scaling Up**. Nairobi.

ANEXO 1 - METODOLOGIAS DOS MODELOS INVEST SELECIONADOS PARA QUANTIFICAÇÃO DE IMPACTOS EM PARQUES LINEARES E FLUVIAIS

Arquivos PDF em separado

Anexo1_InVEST_Seasonal_Water_Yield.pdf

Anexo1_InVEST_Sediment_Delivery_Ratio.pdf

Anexo1_InVEST_Urban_Flood_Risk_Mitigation.pdf

Realização:



AMBIENTE
E CLIMA

Autoria:



Esse relatório integra o material de elaboração de Metodologia para quantificação dos riscos e benefícios ambientais, econômicos e sociais de Soluções baseadas na Natureza (SbN) adotadas na implantação de Parques Lineares e Fluviais; Projeto Básico do Parque Linear do Córrego Bandeirantes, no município de Campinas - SP e Modelagem econômico financeira para manutenção do Parque Fluvial do Jardim Maravilha, no município do Rio de Janeiro - RJ.

Projeto: Support for Project Preparation for Urban Progress (SuPPUrbP)