



XIX ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR
Blumenau - SC - Brasil

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS ASSOCIADOS A SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: CONTRIBUIÇÕES AO PAISAGISMO E PLANEJAMENTO URBANO

Gracielli Folli Monteiro (UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO) - gracielli@gmail.com

Formada em Arquitetura e urbanismo pela Universidade Nove de Julho, Mestranda no Programa de Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Universidade Nove de Julho

Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo (UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO) - amarilis@uni9.pro.br

Professora Doutora no Programa de Cidades Inteligentes e Sustentáveis da Uninove e Professora Associada da Escola Politécnica da USP. Bolsista Produtividade em Planejamento Urbano e Desenvolvimento Regional

gracielli@gmail.com (gracielli@gmail.com) - gracielli@gmail.com

Serviços ecossistêmicos associados a Soluções baseadas na Natureza: contribuições ao paisagismo e planejamento urbano

RESUMO

As soluções baseadas na natureza vêm sendo crescentemente incorporadas em projetos de paisagismo de urbano. A perspectiva de maximizar os benefícios da natureza no desenho urbano fundamenta-se na ampliação de oferta de serviços ecossistêmicos no planejamento urbano, que podem ser mensurados pela melhoria à resiliência urbana e ao bem estar da população. As soluções de infraestrutura verde, como teto verde, jardins de chuva e paredes verdes auxiliam no desenvolvimento sustentável e colaboram para a adaptação climática. Esse trabalho explora o referencial teórico sobre SbN e SE associados a projetos de paisagismo e planejamento urbano. Os resultados demonstram que as estratégias de SbN contribuem para aumentar a resiliência no ambiente urbano.

Palavras-Chave: soluções baseadas na natureza; serviços ecossistêmicos; planejamento urbano.

1. Introdução

O planejamento urbano deve acomodar a integração de múltiplos usos do solo e considerar a complexidade urbana. Para que haja uma consideração abrangente de espaços verdes no planejamento urbano, precisamos de novos métodos de avaliação e valoração em diferentes escalas espaciais (LANGEMEYER et al., 2016). Sob essa perspectiva, Gallardo (2021) explorou como os serviços ecossistêmicos podem ser alavancados em projetos urbanos.

A expansão da infraestrutura verde nas cidades surgiu como uma estratégia popular para uma abordagem baseada em ecossistemas, para o planejamento espacial do uso da terra (LENNON e SCOTT, 2014). Dentre as possíveis soluções, tetos verdes, paredes verdes e jardins de chuva têm se sido empregadas. A implementação de tetos verdes, paredes verdes e jardins de chuvas representa elementos que diminuem a poluição do ar e as ilhas de calor, melhorando a qualidade do ambiente urbano (DORST, 2019).

Almenar et al. (2021) argumentam que existem nexos entre desafios urbanos, serviços ecossistêmicos e soluções baseadas na natureza que podem apoiar sua inserção em políticas urbanas, intervenções e estratégias de planejamento urbano para cidades sustentáveis e resilientes.

As estratégias de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) aplicadas em projetos de paisagismo tem a capacidade de ampliar a oferta de áreas verdes e, conseqüentemente, a oferta de serviços ecossistêmicos (SE), que tem o objetivo de fortalecer a resiliência urbana e promover bem estar à sociedade.

As SbN são definidas pela Comissão Europeia (CE, 2013) como “soluções apoiadas pela natureza, que eficazes em termos de custos, proporcionam

simultaneamente benefícios ambientais, sociais, econômicos e ajudam a preservar as cidades (COSTANZA, 1997; KACZOROWSKA, 2020). Enquanto os SE representam benefícios obtidos pelas funções dos ecossistemas que contribuem, direta e indiretamente, para o bem-estar humano (MEA, 2005; DAILY, 1997; COSTANZA et al., 1997; GROOT, 2002).

As áreas verdes promovem uma gama variada de SE, proporcionando benefícios diversos à sociedade decorrentes de presença de vegetação, biodiversidade, permeabilidade do solo, estabilização do clima, água limpa, entre outros (BPBES, 2019). Os espaços verdes urbanos, também denominados de infraestrutura verde, são assim responsáveis por um impacto benéfico ao bem-estar humano e melhorar a resiliência urbana (MEEROW, 2020).

O avanço da urbanização ameaça a oferta de SE, para apoiar o planejamento urbano sustentável, é necessário entender os SE no uso das SbN. Muitos estudos estão sendo realizados para reconhecer o alcance dos SE no planejamento urbano (MAES et al., 2012, ELMQVIST et al., 2013; DEMUZERE et al., 2014; BABÍ ALMENAR et al. 2018; MEEROW, 2020; HANSEN et al. 2015). Vários também têm discutido como a estratégia SbN tem ocupado espaço na agenda de planejadores espaciais e formuladores de políticas (NESSHOVER et al., 2017; CORTINOVIS et al., 2018; PAULEIT et al., 2017; GENELETTI et al., 2020).

As SbN contribuem para atender metas de adaptação ao clima (DORST et al., 2019), metas globais de sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU (NESSHÖVER et al., 2017) e metas de resiliência (ANDERSSON et al., 2019; FRANTZESKAKI et al., 2019; ELMQVIST et al. 2019; GOMEZ BAGGETUM, 2013, SCOTT et al., 2016).

A partir da premissa que o aumento da infraestrutura verde no ambiente urbano representa SbN e ampliam a oferta de SE no ambiente urbano (MEEROW, 2020), este trabalho busca explorar o referencial teórico sobre SbN e SE associados a projetos de paisagismo e planejamento urbano. Esse trabalho visa agregar valor à discussão em curso sobre o planejamento urbano

2. Método

Este estudo teórico foi realizado em duas etapas. Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliométrica (QUEVEDO-SILVA, et al., 2016) de artigos científicos resultantes de palavras-chaves (“urban and planning”; “ecosystem service”; “nature based solution”) buscadas na base de dados: “Scopus” procurando entender como o assunto vem sendo abordado e para elucidar os temas da pesquisa em um período temporal de 2015 a 2022. Após a análise da documentação (115 documentos), em uma segunda etapa, com processo de construção descritiva dos temas, foi desenvolvida a análise do referencial teórico.

O conceito de SbN, como é usado em ciências ambientais e da natureza, participa de contextos de conservação, com organizações internacionais procurando maneiras de trabalhar com os ecossistemas ao invés de só depender da engenharia convencional, para se adaptar e mitigar os efeitos da mudança climática, enquanto melhora meios de vida sustentáveis e proteção natural dos ecossistemas e biodiversidade.

Este conceito refere-se, portanto, à ideia de sustentabilidade da espécie humana em um cenário em que temos excedido amplamente os limites planetários (ROCKSTROM, 2009).

O conceito mais recente para entrar no campo da sustentabilidade é o de soluções baseadas na natureza (SbN). Este termo está surgindo como uma definição “guarda chuva” que sustenta todas as outras estratégias estabelecidas no campo dos serviços ecossistêmicos e do capital natural. Em outras palavras, a ideia de SbN procura expressar todas as soluções que, de uma forma ou de outra, foram inspiradas em processos naturais para gerar um benefício para a sociedade humana.

De acordo com (União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN, 2009), SbN são:

“ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordam os principais desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente o bem-estar humano e protegendo a biodiversidade.”

SbN é considerado um conceito muito amplo, cobrindo diversos métodos diferentes, que resultam da necessidade de focar os serviços ecossistêmicos e enfrentar os desafios sociais provenientes de tal apuração.

As classificações de SbN, de acordo com IUCN (2009) são divididas em:

1. restauração de ecossistemas: ecológica, engenharia ecológica e restauração da paisagem florestal;
2. ecossistemas específicos: adaptação baseada em ecossistemas, para mitigação e risco de desastre com preocupação com a perda ou diminuição de ecossistemas;
3. infraestruturas: natural e verde;

4. gestão baseada em ecossistemas: integrada da zona costeira e água integrada a gestão de recursos naturais);

5. proteção: com base em conservação, incluindo proteção e gestão de áreas.

Neste último tópico, poderiam ser encaixadas as soluções de tetos verdes, jardins de chuva e paredes verdes, pois, em muitos lugares, há uma conservação maior de espaços verdes e naturais devido a essas estratégias, o que ainda implicaria em infraestrutura e adaptação de ecossistemas específicos.

3.2 Serviços Ecossistêmicos

Serviços ecossistêmicos (SE) são benefícios obtidos por intermédio dos ecossistemas que contribuem para o bem-estar humano (MEA, 2005). Conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação de Serviços Ecossistêmicos apresentados na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005)

Tipologia	Descrição
Conservação	Ação que visa preservar o estado atual dos ecossistemas urbanos, a fim de garantir o fornecimento de SE. por exemplo, preservação de áreas úmidas existentes
Restauração	Ação que visa recuperar a saúde e a funcionalidade dos ecossistemas urbanos, a fim de voltar a um nível de provisão de SE oferecido no passado. por exemplo, remoção de pavimentação de superfícies seladas
Aprimoramento	Ação destinada a melhorar o estado dos ecossistemas urbanos existentes, a fim de melhorar a oferta de SE. por exemplo, ampliando parques urbanos existentes
Novo ecossistema	Ação que visa a criação de novos ecossistemas urbanos a fim de proporcionar novos ES em uma área. por exemplo, plantar árvores nas ruas

A Abordagem de Serviços Ecossistêmicos (SE) tem como objetivo principal alcançar a sustentabilidade, na concepção de que só há como melhorar e manter o bem estar humano em uma determinada paisagem protegendo os sistemas de suporte de vida da Terra (MEA, 2005).

Nesse sentido, órgãos Internacionais, como o Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), desenvolveram métodos e métricas de contagem de áreas em ecossistemas.

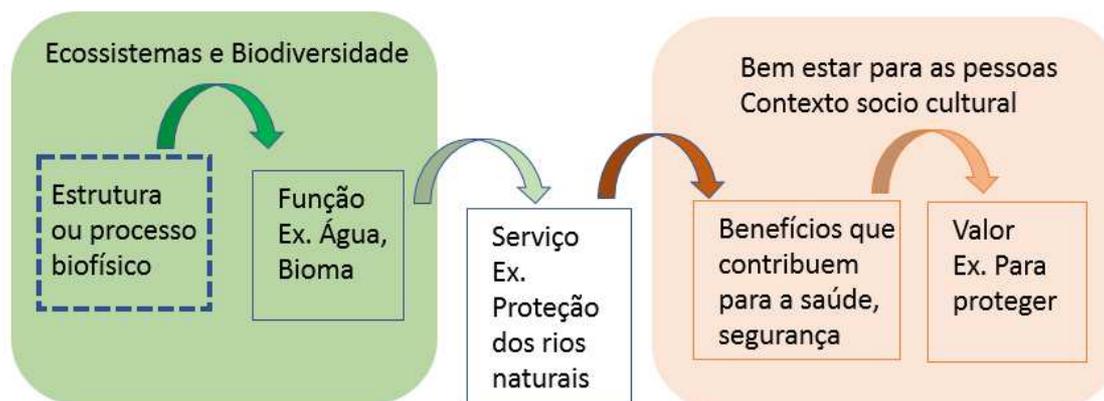
O Relatório “The Economics of Ecosystems and Biodiversity” (TEEB/2010) agrupa os serviços ecossistêmicos em quatro categorias, a saber: provisionamento; regulação; habitat; e serviços culturais. Ademais, sugere que os serviços ecossistêmicos possam ser utilizados como uma ferramenta.

Assim, as cidades têm a oportunidade de fazer mudanças positivas, economizando nos custos municipais, fortalecendo as economias locais (verdes), melhorando a qualidade de vida, e garantindo meios de subsistência.

Nesse sentido, por propiciar diminuição das ilhas de calor, retenção da água da chuva, bem como conseguir melhorar o ar nas regiões da cidade em que são implementados, os tetos verdes seriam, além de baseados na natureza, altamente ecossistêmicos, servindo na condição de instrumento garantidor de uma qualidade de vida mais bem aproveitada.

Com base nas informações de classificação do CICES: Provisionamento, regulação e manutenção e Cultural, incluindo também a biodiversidade, Maes (2012) mapeou e avaliou os serviços ecossistêmicos, adotando o modelo cascata, conforme Figura 2.

Figura 2 – Modelo cascata



Fonte: Adaptado para a pesquisa. Baseado em Haines-Young e Potschin.

De acordo com a Figura 2, o lado esquerdo indica os serviços de suporte ou natureza, ou seja, o capital natural. Daí, esses elementos do capital natural vão produzir funções a serem transformadas em serviços ecossistêmicos. Na parte direita, apresenta-se o serviço ecossistêmico final, que é parte do meio ambiente. Assim, quando combinados com atividades humanas, coincidentes no tempo e espaço com capital social, podem produzir bem-estar.

Nesse sentido, seria relevante entender o papel fulcral que os jardins de chuva exercem. Utilizando parte do meio ambiente natural e somando-se ao capital social, eles trazem uma porção de natureza às casas das pessoas que agregam esse tipo de estratégia, propiciando uma vida mais saudável e uma respiração melhor.

Por esse mesmo viés, Baggethun (2013) classifica os serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, como as seguintes atribuições e seus determinados componentes ecossistêmicos subjacentes: suprimento de comida, regulação do fluxo de água e mitigação do escoamento, regulação da temperatura urbana, redução de ruído, purificação de ar, moderação de extremos ambientais, tratamento de esgoto, regulação do clima, polinização e dispersão de sementes, recreação e desenvolvimento cognitivo, avistamento de animais.

Em nova avaliação do CICES, a categorização defendida é uma estrutura ligada ao Sistema de Contabilidade Econômico Ambiental da Organização das Nações Unidas, dividida em cinco níveis de detalhamento: seção, divisão, grupo, classe e tipo de classe.

As seções, que correspondem às categorias descritas, são compreendidas em três grupos distintos: serviços de provisão; serviços de regulação e manutenção e serviços culturais. O CICES não inclui SE de apoio, pois os considera “funções ecológicas”. A Tabela 3 apresenta as principais classificações dos serviços ecossistêmicos.

Tabela 3 – Resumo e diferenças entre classificações de serviços ecossistêmicos

Classificação	MEA	TEEB	CICES
	Provisão	Provisão	Provisão
	Regulação	Regulação	Regulação e Manutenção
Categorias	Culturais	Culturais e Amenidades	Culturais
	Suporte	Habitat	-

O CICES considera o que o ser humano está usando, CICES V5 não inclui ES de apoio pois considera como funções ecológicas. Os serviços de suporte e agricultura – para o Cices são funções ecológicas. O MEA desclassifica outras multicriteriais de suporte. Outras abordagens que envolvem os Serviços Ecossistêmicos podem ser tratadas como Capital Natural (CN). Capital Natural é o estoque da natureza que contribuem para o bem-estar humano, biodiversidade e produção de energia (DOMINATI et al., 2010).

As SbN contém estoques de capital natural usados para manter e aumentar o fluxo de ES. Assim, como parte das estratégias e intervenções de planejamento urbano que abordam diferentes desafios urbanos, o SbN pode ajudar a operacionalizar os conceitos de capital natural e SE (POTSCHIN et al., 2016), conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Interações entre capital construído, capital social e capital natural afetam o bem-estar humano.



Fonte: Adaptado para a pesquisa. Constanza (2014b).

3.3 Princípios e abordagens de SbN

De acordo com Cohen-Shacham et al. (2016), as SbN estão apoiadas em um conjunto de princípios que favorecem a implementação dos tetos verdes, jardins de chuva e paredes verdes, quais sejam a) pautam-se em normas e princípios de conservação da natureza; b) podem ser implementadas de forma independente ou integrada, com outras soluções para desafios sociais, como tecnológicos e soluções de engenharia; c) são determinadas pelo contexto – seja ele natural ou cultural, necessita de avaliação específica, para que se estude a melhor aplicabilidade; d) produzem benefícios sociais de forma equitativa, promovendo transparência e ampla participação da comunidade que se favorece de determinadas soluções; e) mantêm a diversidade biológica e cultural, bem como a capacidade de os ecossistemas evoluírem ao longo do tempo; f) são aplicadas na escala de uma paisagem; g) reconhecem e lidam com as compensações entre a produção, benefícios econômicos para o desenvolvimento do ambiente, e opções futuras para a produção de serviços de ecossistemas; h) integram o design geral de políticas e medidas ou ações, para enfrentar um desafio específico.

Quando a rede de organizações de financiamento nacionais e regionais, que apoiam a pesquisa pan-europeia em biodiversidade e serviços ecossistêmicos (BiodivERsA, 2020), analisou os tipos de aplicações SbN, ela dividiu tais intervenções em dois níveis principais: a) o nível necessário de

engenharia de biodiversidade e ecossistemas desenvolvidos no SbN; b) nível de melhoria dos serviços ecossistêmicos alcançáveis pelo SbN.

Eggermont et al. (2015) identificam três tipos principais de SbN:

- Tipo 1: soluções que envolvem fazer melhor uso de materiais existentes ou protegidos ecossistemas. Por exemplo: medidas para aumentar os peixes estoques em um pântano intacto para melhorar a alimentação segurança;
- Tipo 2: soluções baseadas em desenvolvimento de protocolos de gestão sustentável e procedimentos para gerenciá-lo ou restaurando ecossistemas, como: restabelecimento de sistemas agrofloretais tradicionais baseados em espécies de árvores comerciais para sustentar a pobreza alívio;
- Tipo 3: soluções que envolvem a criação de novos ecossistemas, estabelecendo edifícios (paredes verdes, telhados verdes).

Os termos para “natureza urbana” incluem Infraestrutura Verde (IV), Infraestrutura Verde-Azul (IVA), Espaço Verde Urbano (EVU) e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) (CHILDERS, 2019). Neste texto será adotado o termo guarda-chuva, SbN que agrega todo tipo de solução verde, tanto para áreas livres como para edificação construída, retrofit.

3.4 SbN e SE e projetos de paisagismo

Ao reduzir a área coberta por vegetação, a urbanização, reduz fundamentalmente a capacidade de evapotranspiração da paisagem (BONZI, 2015). O aumento de áreas verdes na cidade, nos ambientes construídos e no planejamento urbano pode auxiliar na diminuição da temperatura, em tetos verdes (CASTLETON, et al., 2010; COOK-PATTON et al, 2012), melhoria no microclima (WANG, et al, 2019) ou em calçadas aproveitando as copas das árvores nas ruas (SALMOND et al,2016), espaços verdes abertos e sistemas de fachada verticais (KOC et al 2016, DEMUZERE et al, 2016, NORTON et al., 2015).

Na cidade de Portland (EUA), em 2010, foi desenvolvido um *Manual de manejo de águas de chuva* de Portland (City of Portland,2009), com soluções de baixo impacto (low impact development – LID) para drenagem das águas das chuvas como alternativas. Este manual foi desenvolvido pela escola de arquitetura da Universidade do Arkansas. Neste manual foram conceituadas técnicas para serem usadas em quatro escalas de projeto: edifício, propriedade, rua e espaços abertos, e estão reunidas soluções de: controle de Fluxo de água, retenção de água, retenção de água, filtragem, infiltração e tratamento da água.

Este Manual também classifica uma série de tipologias para solucionar cada caso: tubulação grande subterrânea, controle de fluxo de água, vertedouros, retenção de água para estacionamentos com piso drenante,

sistema de detenção com canaletas, sistema subterrâneo para retenção de água, cisterna para colher água da chuva proveniente de telhados, lagoa ou bacia de retenção, retentor de água no terreno, reservatório para pisos drenante com filtro, filtro com areia, parede verde, telhado verde, piso permeável, trincheiras drenantes, caixa de árvore com filtro, jardim de chuva, encostas vegetadas, biovaleta, lagoa de infiltração e *wetlands*.

De acordo com a Comissão Europeia (2013), são componentes de Infraestrutura verde:

Centros: áreas centrais de alto valor de biodiversidade, como áreas protegidas (por exemplo, sítios Natura 2000), e áreas centrais não protegidas com grandes ecossistemas funcionais saudáveis

Corredores e trampolins: características naturais como pequenos cursos de água, lagoas, faixas da floresta

Habitats restaurados: para reconectar ou melhorar as áreas naturais existentes (por exemplo, canal restaurado ou selvagem prado de flores)

Recursos artificiais: como eco-pontes ou telhados verdes para melhorar o ecossistema serviços ou auxiliar o movimento da vida selvagem

Zonas tampão: que melhoram a qualidade ecológica geral e a permeabilidade da paisagem para biodiversidade (por exemplo, agricultura favorável à vida selvagem)

Zonas multifuncionais: com usos de solo compatíveis que suportam múltiplos usos de solo na mesma área espacial (por exemplo, produção de alimentos e recreação), na provisão de co-benefícios, como a tornar o local mais atrativo, com a melhora da saúde e da qualidade de vida das pessoas, e a criação de empregos verdes.

Nos ambientes construídos, tetos verdes são uma oportunidade de melhoria na temperatura, mais especificamente pelo processo de evapotranspiração das plantas inseridas no paisagismo, que também tem a característica de captar e absorver os poluentes (LUNDY E WADE, 2011; NOCCO et al., 2016; PAPPALARDO et al., 2017; ZARDO et al., 2017; ALLEN et al., 1998). Esse processo ainda ajuda na regulação do clima e purificação do ar pelas plantas ali inseridas, (SINGH E SANTAL, 2015; TAKÁS et al., 2016; WANG et al., 2019).

Existem diversas possibilidades de *retrofit* nas edificações como elementos verdes, podemos considerar, telhado verde, parede verde, coleta de água de chuva para reuso, em áreas externas.

Cada SbN só pode ser qualificada como 'solução' desde que aborde os desafios urbanos com sensibilidade ao contexto socioespacial (BARÓ, 2016), conforme apresentado na Figura 4 e na Figura 5. SbN foram apontadas, recentemente, como estratégias de aplicações eficientes em áreas urbanas, para objetivar um desenvolvimento ecológico, resiliente e inclusivo,

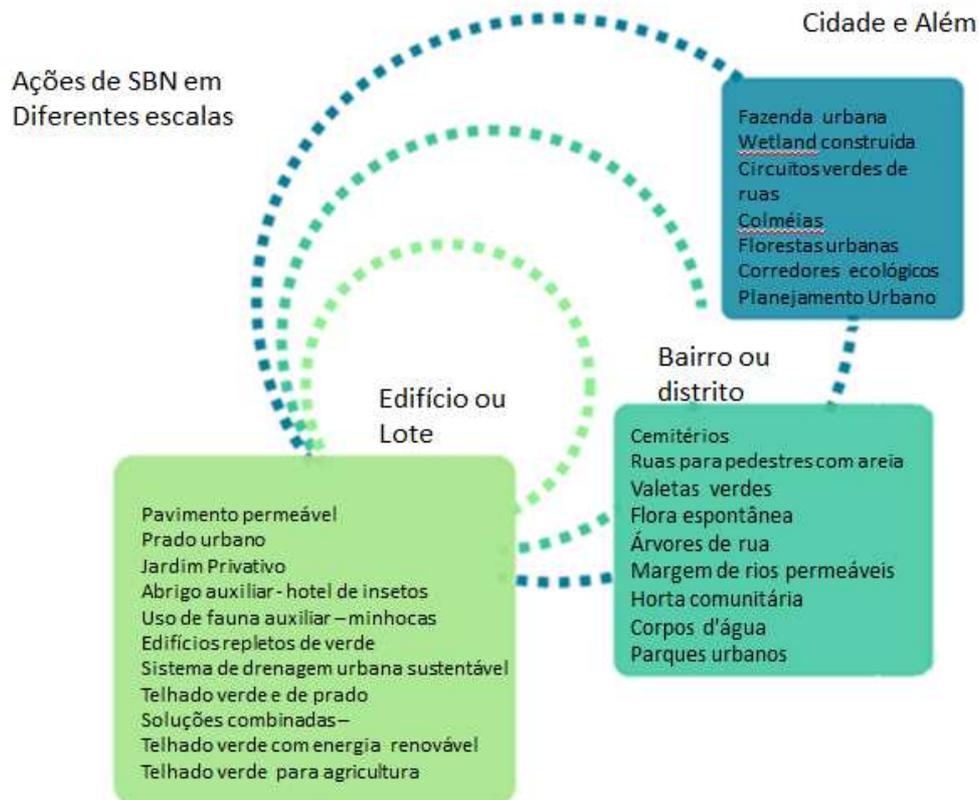
principalmente no contexto de recuperação da pandemia COVID-19 (WORD BANK, 2021).

Figura 4 – Aplicações urbanas diversas de Soluções Baseadas na Natureza



Fonte: imagem traduzida para a pesquisa.

Figura 5 – Ações ambientais, sociais e econômicos fornecidos por SbN nas suas diversas escalas, em edifícios e propriedades, para o urbanismo da cidade e em bairros ou distritos



Fonte: imagem traduzida para a pesquisa.

Em Olso, Zander (2021) estudou serviços ecossistêmicos reguladores, de abastecimento, culturais e de apoio em telhados verdes. Os telhados e fachadas vegetais melhoram o conforto térmico dos edifícios, especialmente em climas quentes e secos (CASTLETON et al., 2010).

Segundo ELMQVIST, et al. (2015), as cidades estabelecem um vínculo mais que fundamental entre as pessoas e a natureza, pois se configuram como grandes centros de demanda por serviços ecossistêmicos, gerando impactos ambientais extremos.

Sendo assim, vale ressaltar que os tetos verdes e as paredes verdes estão sempre figurando entre as principais e mais importantes soluções envolvendo tanto estratégias baseadas na natureza quanto o valor ecossistêmico, essencial na tomada de decisões a esse respeito, como destacado na Figura 6.

Figura 6 – Potenciais benefícios ambientais, sociais e econômicos fornecidos por SBN, neste caso, um telhado verde no ambiente urbano.



Fonte: Fraive (2017), imagem traduzida para esta pesquisa.

Para que se pudesse permitir a integração de processos de design, planejamento e avaliação, no que concerne à aplicação dos tetos verdes, foram analisadas as SbN em ambiente construído (XING, 2017).

As SbN devem ser planejadas levando-se em consideração a escala e o contextos e locais. Existem muitos caminhos do papel da infraestrutura verde, em diferentes tipos de cidades, climas e contextos sociais, quanto em seus efeitos, no ambiente socioespacial (DEMUZERE et al. 2014).

3.5 SbN para metas de sustentabilidade e os ODS

Em 2015, representantes da ONU firmaram um pacto através da Agenda 2030, cujo plano de ação, indicando 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, com 169 metas, que busca a erradicação da pobreza e promoção da vida digna para todos.

A relação entre a infraestrutura verde e essas características de resiliência é frequentemente focada na gestão de águas pluviais (Ahern, 2013). Cenários úteis para exploração de estratégias de SbN para gestão de águas pluviais foram estudados por Dorst et al. (2019), Frantzeskaki et al. (2019), Kabisch et al. (2017), Pauleit et al. (2017; 2019) e Raymond et al. (2017).

Dentre os 17 ODS, os que se referem à aplicação das técnicas sustentáveis em drenagem urbana agrupam-se nas ODS 6, 11 e 13, e respectivas metas 6.b, 11.b e 13.2. considerando que as referidas técnicas são apresentadas como ação de prevenção/mitigação à ocorrência de desastres naturais, como alagamentos e/ou inundações urbanas.

Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.

Meta 6.b. Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

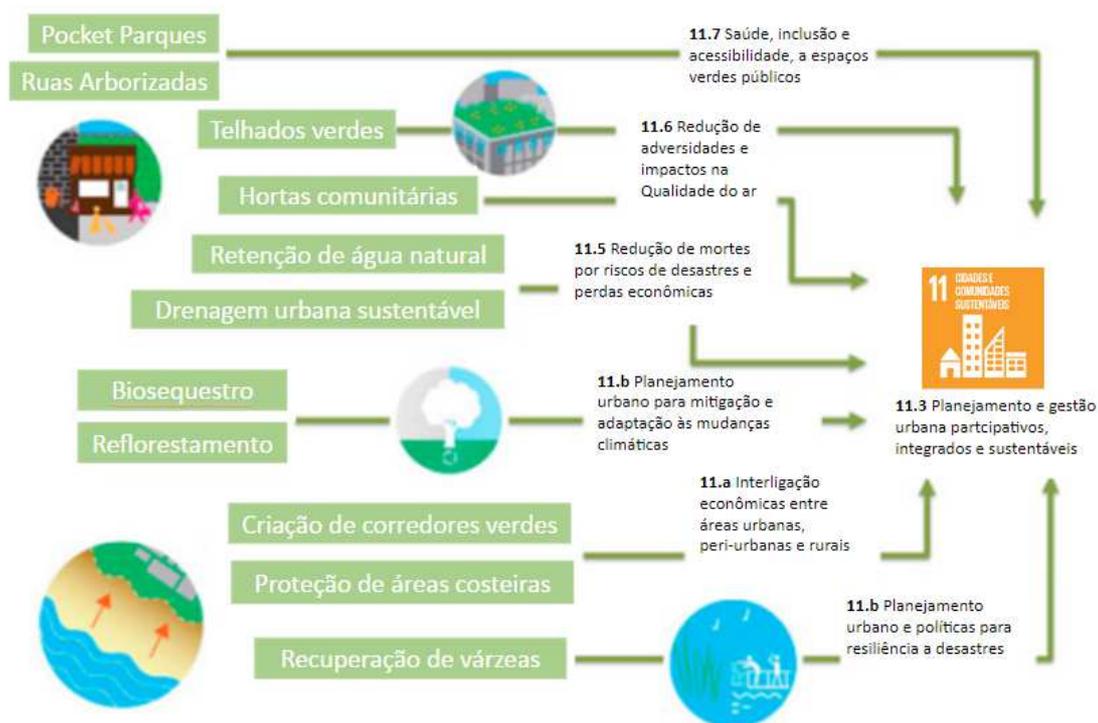
Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis e;

Meta 11.b: até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis, como destacado na Figura 7.

Objetivo 13. Tomar medidas urgentes para combater mudança do clima e seus impactos.

Meta 13.2: Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Figura 7 – Diversas aplicações de SbN para o objetivo 11 de Desenvolvimento sustentável



Fonte: Fraive (2017), imagem traduzida para esta pesquisa.

Considera as SbN como iniciativas guarda-chuva para promover mudanças na sociedade, pois são capazes de prover diversos serviços (IUCN, 2016), como:

1. Fornecimento de água para gerações futuras, manutenção da segurança e resiliência contra as mudanças do clima e seus impactos (OZMENT et al., 2015). Vale ressaltar que a água também é abordada no objetivo 6 dos ODS sobre a garantia de sustentabilidade na gestão das águas. O valor da água está relacionado aos serviços ecossistêmicos para o bem-estar das pessoas, a segurança alimentar e energética, a indústria e a economia, que são os motores da economia do crescimento nas cidades.

2. Segurança Alimentar. Disponibilidade e acessibilidade de comida para todos, alimento seguro e localmente apropriado. Confiável através do tempo e espaço – é um dos principais problemas que o mundo enfrenta hoje.

Mais de 795 milhões de pessoas são estimadas como subnutridas, o vasto a maioria vive em países em desenvolvimento (FAO et al., 2015). A erradicação da Fome é o Objetivo número 2 para o Desenvolvimento Sustentável, sobre fome zero.

3. SbN para saúde humana, o ambiente natural, e mais especificamente os ecossistemas, o clima e biodiversidade, são cada vez mais determinantes e influenciam na saúde e bem-estar humano.

4. SbN para redução do risco de desastres. Aconteceram uma série de desastres na década e claramente demonstrou o papel a natureza no auxílio da redução de riscos para perigos naturais.

A intensificação de fenômenos naturais e suas consequências demonstram que o papel regulador dos serviços ecossistêmicos pode ser eficaz em termos de custos na redução dos riscos apresentados a sociedade por desastres. O uso de SbN para diminuir o risco de desastres é abordado em parte pelos ODS 11 e 13, que se concentram respectivamente em fazer cidades e assentamentos humanos seguros e resilientes.

5. SbN para enfrentar os desafios da sociedade global e na mitigação e adaptação as mudanças do clima. SbN estão aqui auxiliando nos objetivos ODS, como 1 (não pobreza), 2 (sem fome), 3 (boa saúde e bem-estar), 6 (água potável e saneamento) e 15 (vida em terra). Uma melhor conservação do uso do solo com ações e políticas de gestão, pode ser uma intervenção poderosa aos esforços globais de mitigação do clima.

6. SbN como capital natural, O capital natural é o estoque finito de ativos ambientais, como água, terra, ar, espécies e minerais que produzem um fluxo de bens e serviços do ecossistema que são importantes para o bem-estar humano e para a economia.

O capital natural fornece a base para outros tipos de capital, incluindo manufaturado, financeiro, capital humano e social. No entanto, confrontado com os efeitos do mau funcionamento degradado dos ecossistemas, que prejudicam o bem-estar humano, o termo capital natural crítico é cada vez mais usado para enfatizar é essencial para o bem-estar humano e não tem substitutos (EKINS, 2003, ROCKSTRÖM et al., 2009).

Com o entendimento de espaços verdes como infraestrutura urbana importante, o objetivo 11 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU é "tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis", o que inclui fornecer acesso a espaços verdes e públicos para todos os estratos da sociedade (ONU, 2015b).

3.6 Benefícios dos SE e SbN para o clima e para as pessoas

De acordo com DEMUZERE et al., (2014), a infraestrutura verde urbana pode desempenhar um papel na adaptação às mudanças climáticas por meio da redução da temperatura do ar e da superfície.

As SbN apresentam diferentes tipologias e, conseqüentemente, diferentes componentes-chave, como cobertura do solo, cobertura e forma das copas das árvores, que determinam sua capacidade de fornecer resfriamento (ZARDO, et al., 2017). A importância de avaliar os co-benefícios da infraestrutura verde-azul em espaços urbanos pode servir como uma estratégia de adaptação para melhorar a gestão dos recursos naturais e oferecer suporte a diferentes processos e funções do ecossistema, (AMARAL, 2021) e esta prática garante a segurança de recurso para o Nexus água-energia-alimento (MAHLKNECHT, 2020).

A avaliação das sinergias e dos *trade-offs* entre os SE em sistemas integrados complexos, foi estudada por Rugani para identificar e modelar os nexos humanos-natureza complexos e interligados como sendo uma estratégia acessível para avaliar as relações específicas entre a tecnosfera e a geobiosfera (RUGANI, 2018).

A literatura de nexos urbanos denota que, considerando a interdependência das cadeias produtivas e de abastecimento de água, energia e alimentos, o desenvolvimento e a gestão de cidades sustentáveis e resilientes é fundamental para a inclusão social e melhoria da qualidade de vida de sua população (HOFF, 2011).

3.7 SbN e SE para resiliência e adaptação ao clima

As SbN auxiliam, com suas estratégias, a cidade a enfrentar eventos extremos.

Resiliência urbana refere-se à capacidade de um sistema urbano e todas as suas redes sócioecológicas e sociotécnicas constituintes em escalas temporais e espaciais, para manter ou retornar rapidamente às funções desejadas em face de uma perturbação, para se adaptar à mudança e

para transformar rapidamente os sistemas que limitam a capacidade adaptativa atual ou futura (MEEROW et al., 2016).

SbN assumem novas ideias a conservação da biodiversidade, adaptação às mudanças climáticas e estratégias de mitigação e o uso sustentável dos recursos naturais (POTSCHIN et al., 2016).

No Brasil, o Plano de Ação Climática – Programa de Planejamento para Ação Climática do C40 – tem diversos programas, planos e inventários sobre mitigação climática para encontrar meios e estratégias de reduzir o impactos negativos do aquecimento global.

Os serviços e benefícios da infraestrutura urbana verde para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas foram estudados (LAFORTEZZA et al., 2009; GILL et al., 2007), e estruturas conceituais foram desenvolvidas para abordar serviços e benefícios em contextos multiescalares (FAEHNLE et al., 2014).

4. Considerações Finais

As SbN, tanto em áreas verdes livres como em ambientes construídos, são capazes de dar suporte, garantindo áreas verdes para estratégias como paredes verdes, tetos verdes, calçadas drenantes e estes dispositivos podem ser inseridos em projetos de paisagismo e urbanismo qualificando o ambiente.

Os princípios de SbN, no que se refere à drenagem sustentável urbana, podem ser aplicados e ampliados nos projetos urbanos, caso fossem melhor entendidos como melhores ações de prevenção a eventos climáticos. Algumas destas estratégias auxiliam em planos de adaptação e mitigação climática, gerando qualidade de vida e bem-estar para as pessoas que sofrem com alagamentos.

As medidas de SbN proporcionam a melhora na resiliência das cidades, pois com a ampliação de áreas verdes, ajudam nas medidas de controle de inundações, pois servem de infraestrutura de captação das primeiras águas das chuvas

Adotar SbN em projetos de paisagismo para planejamento urbano, aumenta o fornecimento de serviços ecossistêmicos, principalmente quando para atingir objetivos de adaptação ao clima e de desenvolvimento sustentável.

A adoção de SbN também ajuda a aumentar áreas verdes para produção de alimentos, como hortas urbanas e promover outras infraestruturas verdes em edificações já construídas, melhorando o conforto climático, a economia de energia e reuso de água, medidas essenciais. Assim, usar outras áreas que não as naturais para promoção de áreas verdes, permite ampliar o capital natural ficará cada vez mais fortalecido.

A aplicação de estratégias de SbN ajuda a promover uma cidade resiliente e sustentável. A aplicação de tetos verdes, jardins de chuva e paredes verdes, que unem tanto os elementos da natureza como o caráter ecossistêmico, possibilitando uma integração de valores sociais, culturais e naturais favorável a um prolongamento do tempo e da qualidade de vida do sujeito urbano e/ou urbanizado.

5. REFERÊNCIAS

AHERN, J. **Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design** Landscape Ecology, 28 (6) pp. 1203-1212, 2013. <http://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>

ALLEN RG, Pereira LS, Raes D, Smith M . **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements.** Artigo de Irrigação e Drenagem da FAO. 1998. GAO, Roma

ALMENAR, J.B., Rugani, B., Geneletti, D. et al. **Integration of ecosystem services into a conceptual spatial planning framework based on a landscape ecology perspective.** Landscape Ecology 33, 2047–2059, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0727-8>

AMARAL, M.H., Lira Luz Benites-Lazaro, Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli, Humberto Prates da Fonseca Alves, Leandro Luiz Giatti, **Environmental injustices on green and blue Infrastructure: Urban nexus in a macrometropolitan territory,** Journal of Cleaner Production, Volume 289, 2021, 125829, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125829>

ANDERSSON, E., Langemeyer, J., Borgstrom, S., McPhearson, T., Haase, D., Kronenberg, J., Barton, D.N., Davis, McKenna, Naumann, S., Roschel, L., Baro, F. **Enabling urban green and blue infrastructure to improve contributions to human well-being and equity in urban systems.** Bioscience. 2019 <https://doi.org/10.1093/biosci/biz058>.

BIOdivERsa, 2020. **The BiodivERsA project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement** Disponível em: < <https://www.biodiversa.org/> > acesso em 28 de novembro de 2021

BONZI, Ramon. S. **Andar sobre Água Preta: a aplicação da infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). FAUUSP, 2015.

BPBES, **Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços ecossistêmicos**

Disponível em: <<https://www.bpb.es.net.br>>. Acesso em: 28, novembro de 2021.

CASTLETON, H. F., Stovin, V., Beck, S. B. M., & Davison, J. B. **Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit.** Energy and Buildings, vol. 42, 2010. 1582-1591. doi:10.1016/j.enbuild.2010.05.004

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

DOI:<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>

COOK-PATTON, S. C., & Bauerle, T. L. **Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review**. Journal of Environmental Management, vol. 106, 85-92, 2012. doi:10.1016/j.jenvman.2012.04.003

BARÓ, F. et al. **Mapping ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: A case study in the Barcelona metropolitan region**. Land Use Policy, Volume 57, 2016, Pages 405-417. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.06.006>

CE (Comissão Europeia) (2013d) **Building a green infrastructure for Europe**. Publications office of the European Union, Luxembourg. Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/nature/ecosystems/docs/green_infrastructure_broc.pdf> Acesso em 28 de novembro de 2021

CORTINOVIS, C., D. Geneletti. **Ecosystem services in urban plans: what is there, and what is still needed for better decisions**. Land Use Policy, 70 pp. 298-312, 2018. [10.1016/j.landusepol.2017.10.017](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.10.017)

COSTANZA, Robert, D'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Van Den Belt, M. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. Nature, 387(6630), 253-260, (1997). doi:10.1038/387253a0

COSTANZA, R., de Groot, R., Sutton, P.C., van der Ploeg, S., Anderson, S., Kubiszewski, I., Farber, S., Turner, R.K., **Changes in the global value ecosystem services**. Global Environ. Change 26, 152–158. 2014b.

COSTANZA, R. et.al., Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?, Ecosystem Services, V. 28, Part A, Pages 1-16. 2017, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.00>

CICES - **Common International Classification of Ecosystem Services** - January 2018 CICES V5.1 Guidance document.

CHILDERS, DL, P. Bois, HE Hartnett, T. McPhearson, G. Metson e CA Sanchez. 2019. **Infraestrutura ecológica urbana: um conceito inclusivo para o ambiente urbano não construído**. Elementa: Science of the Anthropocene 7 : 1 - 14 .

CITY OF PORTLAND, **Stormwater management manual**. Revision 4, ago 2008. Disponível em:< <http://www.portlandonline.com/bes/index.cfm?c=47952>> Acesso em 28 de junho de 2019.

DAILY, G.C.,. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Island Press, 1997, Washington D.C..

DE Oliveira Rolo D; Gallardo A; Ribeiro A et al. **Local Society Perception on Ecosystem Services as an Adaptation Strategy in Urban Stream Recovery Programs in the City of São Paulo, Brazil**. Environmental Management, 2021. DOI: 10.1007/s00267-021-01471-0

DOMINATI, E.; M. Patterson, A. Mackay. **A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils.** Ecology and Economy, vol. 69, p. pp. 1858, 2010. [10.1016/j.ecolecon.2010.05.002](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.05.002)

DORST, H , A. van der Jagt , R. Raven , H. Runhaar. **Ecologização urbana por meio de soluções baseadas na natureza - características-chave de um conceito emergente.** Sustainable Cities and Society. Vol. 49, 2019.

DEMUZERE, et. al. **Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure,** Journal of Environmental Management, Vol. 146, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025>

EC, European Commission EU **Compendium of Spatial Planning Systems and Policies.** Regional Development Studies Report 28. Luxembourg, 1997.

EGGERMONT, H., Balian, E., Azevedo, J.M.N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., Van Ham, C., Weisser, W.W., Le Roux, X., 2015. **Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe.** Gaia 24 (4), 243–248. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>.

EKINS, P. **Identifying critical natural capital: Conclusions about critical natural capital.** *Ecological Economics* 44(2-3): 277-292. 2003.

ELMQVIST, Thomas et al. (Ed.). **Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment.** Springer, 2013.

FAO, IFAD and WFP **The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress.** Rome: Food and Agriculture Organization, 2015.

FRANTZESKAKI, T. McPhearson, M.J. Collier, D. Kendal, H. Bulkeley, A. Dumitru, C. Walsh, K. Noble, E. van Wyk, C. Ordóñez, C. Oke, L. Pintér **Nature-based solutions for urban climate change adaptation: linking science, policy, and practice communities for evidence-based decision-making.** BioScience (2019)

FAEHNLE, M., T. Söderman, H. Schulman, S. Lehvävirta. **Scale-sensitive integration of ecosystem services in urban planning.** GeoJournal , 15 pp., 2014.

FAIVRE, Nicolas; Marco Fritz, Tiago Freitas, Birgit de Boissezon, Sofie Vandewoestijne, **Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges,** Environmental Research, Volume 159, Pages 509-518, 2017 ISSN 0013-9351, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032>.

FRANTZESKAKI N, et al. **Advancing urban environmental governance: understanding theories, practices and processes shaping urban sustainability and resilience.** Environmental Science Policy Vol. 62 p.1–6, 2016.

GENELETTI, D. , C. Cortinovis , L. Zardo e BA Esmail . **Planejamento para serviços ecossistêmicos nas cidades** . Springer Nature, 2020.

GILL,S.; J. Handley, A. Ennos, S. Pauleit. **Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure**. Built Environment, vol. 33 pp. 115-133, 2007.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E. , Å. Gren , DN Barton , J. Langemeyer , T. McPhearson , P. O'Farrell , E. Andersson , Z. Hamstead e P. Kremer . 2013 . **Serviços do ecossistema urbano** . Páginas 175 - 251 , em T. ELMQVIST , M. Fragkias , J. Bondade , B. Güneralp , PJ Marcotullio , RI McDonald , S. Parnell , M. Schewenius ,M. Sendstad , KC Seto e C. Wilkinson , editores. **Urbanização, biodiversidade e serviços ecossistêmicos: desafios e oportunidades: uma avaliação global** . Springer, Dordrecht, Holanda, 2015.

HOFF, H. (2011). **Understanding the nexus**: Background. The Bonn 2011 Nexus Conference. Environ. Inst., 1–52 (2011)

HANSEN, R., N. Frantzeskaki, T. McPhearson, E. Rall, N. Kabisch, A. Kaczorowska, J.-H. Kain, M. Artmann, and S. Pauleit. **The uptake of the ecosystem services concept in planning discourses of European and American cities**. Ecosystem Services vol.12 p.228–246, 2015.

IUCN (2009): **União Internacional para conservação da natureza**. Disponível em: <<https://www.iucn.org>> Acesso em 28 de novembro de 2021

KABISCH, N. ; H. Korn, J. Stadler, A. Bonn **Nature-based solutions to climate change in urban areas Linkages between Science, Policy and Practice**, Springer Verlag, Cham, 2017.

KACZOROWSKA, A. **Urban Transformation and Implementation of Green Development Strategies – Case of Gothenburg**. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 588, 1.15 – 1.19 , 2020. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/5/052004>

KOC, C., Osmond, P., & Peters, A. **Rumo a uma tipologia de infraestrutura verde abrangente: uma revisão sistemática de abordagens, métodos e tipologias**. Urban Ecosystems 20, 15-35.2017.

LAFORTEZZA, et. al. **Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress**. Urban Forestry & Urban Greening, Vol.8, 2009. doi: <https://doi.org/10.3832/efor0621-007>

LANGEMEYER,J., E. Gómez-Baggethun , D. Haase , S. Scheuer , T. Elmqvist **Preenchendo a lacuna entre as avaliações de serviços ecossistêmicos e o planejamento do uso da terra por meio de Análise de Decisão Multi-Critérios (MCDA)** Environment Science and Police, vol. 62, pp. 45 – 56, 2016.

LENNON, M; M. Scott. **Delivering ecosystems services via spatial planning: Reviewing the possibilities and implications of a green infrastructure approach**. Town Planning Review, vol. 85, pp. 563-587.2014, <http://doi.org/10.3828/tpr.2014.35>

LUNDY, L. R. Wade. **Integração das ciências para sustentar os serviços do ecossistema urbano.** Progress in Physical Geography: Earth and Environment vol. 35-5 pp. 653 - 669, 2011., [10.1177 / 0309133311422464](https://doi.org/10.1177/0309133311422464)

MENTENS, J., Raes, D., & Hermy, M. **Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?** Landscape and Urban Planning, 77(3), 217-226. (2006) doi:10.1016/j.landurbplan.2005.02.010

MAHLKNECHT, J. Ramón González-Bravo, Frank J. Loge, **Water-energy-food security: A Nexus perspective of the current situation in Latin America and the Caribbean,** Energy, Volume 194, 2020, 116824, ISSN 0360-5442, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116824>.

MAES, J. et al. **Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union.** Ecosystem Services, Vol.1, Issue 1, 2012, Pages 31-39. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004>.

MEEROW, S. **The politics of multifunctional green infrastructure planning in New York City.** Cities, Vol. 100, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102621>

MEEROW, S.; J.P. Newell. Urban resilience for whom, what, when, where, and why? Urban Geography. 2016. <http://doi.org/10.1080/02723638.2016.1206395>

MEA (2005) **Relatório de avaliação do milênio. Ecossistemas e bem-estar humano: síntese.** Island Press, Wahsington, DC

NESSHOVER, C.; T. Assmuth, K.N. Irvine, G.M. Rusch, K.A. Waylen, B. Delbaere, D. Haase, L. J. Walters, H. Keune, E. Kovacs, K. Krauze, M. Kulvik, F. Rey, J. Van, Dijk, O.I. Vistad, M.E. Wilkinson, H. Wittmer **The science, policy and practice of nature-based solutions: an interdisciplinary perspective.** Science Total Environment, vol. 579, pp. 1215-1227, 2017, [10.1016/j.scitotenv.2016.11.106](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106)

NOCCO, MA, SE Rouse, NJ Balster. **O tipo de vegetação altera os orçamentos de água e nitrogênio em um experimento controlado e replicado em jardins pluviais de tamanho residencial plantados com pradaria, arbusto e grama.** Ecossistema Urbano, 19 (4), pp. 1665 - 1691, 2016. [10.1007 / s11252-016-0568-7](https://doi.org/10.1007/s11252-016-0568-7)

NORTON B. AM Coutts, SJ Livesley, RJ Harris, AM Hunter, NSG Williams. **Planejamento para cidades mais frias: uma estrutura para priorizar a infraestrutura verde para mitigar as altas temperaturas em paisagens urbanas.** Paisagem e Urbanismo, 134., pp. 127 – 138. 2015

ONU – ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) Disponível em:

<<https://odsbrasil.gov.br>> Acesso em 28 de novembro de 2021

ONU 2015b Transformando Nosso Mundo: **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Resolução Adotada pela Assembleia Geral em 25 de setembro de 2015. Nações Unidas A / RES / 70/1.

OZMENT, S., DiFrancesco, K. and Gartner, T. (2015). **The role of natural infrastructure in the water, energy and food nexus**. Nexus Dialogue Synthesis Papers. Gland, Switzerland: IUCN.

PAPPALARDO, V. D. La Rosa , A. Campisano , P. La Greca. **O potencial da aplicação de infraestrutura verde no controle do escoamento urbano para o planejamento do uso do solo: uma avaliação preliminar de um estudo de caso do sul da Itália**. Ecosystem Services , 26, 2017.pp. 345 - 354 , [10.1016 / j.ecoser.2017.04.015](https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.04.015)

PAULEIT, T. Zölch , R. Hansen , TB Randrup , C. Konijnendijk van den Bosch. **Soluções baseadas na natureza e mudanças climáticas - quatro tons de verde** . Kabisch , H. Korn , J. Stadler , A. Bonn (Eds.) , **Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Teoria e Prática de Transições de Sustentabilidade Urbana** , Springer , Cham, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_3

PAULEIT, B. Ambrose,Oji, E. Andersson, B. Anton, A. Buijs, D. Haase, B.Elands, R. Hansen, I. Kowarik, J. Kronenberg, T. Mattijssen,A. Stahl,Olafsson, E.Rall, A.P.N. van der Jagt **Advancing urban green infrastructure in Europe: outcomes and reflections from the GREEN SURGE project**. Urban Forest. Urban Greening, vol. 40 pp. 4-16, 2019.

PELOROSSO R., Petroselli A., Apollonio C., Grimaldi S. **Telhados Azul-Verde: Avaliação Hidrológica de um Estudo de Caso em Viterbo, Itália Central**. In: La Rosa D., Privitera R. (eds) Inovação em Planejamento Urbano e Regional. INPUT 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 146. Springer, Cham. 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68824-0_1

PNA - **Plano Nacional de Adaptação a mudança climática** – Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao.html>>
Acesso em 28 de novembro de 2021

PNUD - **PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO** (PNUD). Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Brasília: PNUD, 2015. 291 p. Il. Color.

POTSCHIN M., Kretsch C., Haines-Young R., Furman E., Berry P. and Baró F., **Nature-based solutions**, In: Potschin M., Jax K., (Eds.), **OpenNESS Ecosystem Services Reference Book**, 2016, EC FP7 Grant Agreement no. 308428. <http://www.openness-project.eu/library/reference-book>.

POTSCHIN, M.; C. Kretsch, R. Haines-Young, E. Furman, P. Berry, F. Baró. **Nature-based-solutions**. OpenNESS Ecosystem Services Reference Book, 2016.

QUEVEDO-SILVA, Filipe et al. **Estudo bibliométrico: orientações sobre sua aplicação**. Revista Brasileira de Marketing, v. 15, n. 2, p. 246-262, 2016.

VOSVIEWER. Disponível em:< <https://www.vosviewer.com/>> - Acesso em: 20 set. 2021

RAYMOND, C., Berry, P., Breil, M., Nita, M., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L., Calfapietra, C., **An impact evaluation framework to support planning and evaluation of nature-based solutions projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas.** Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, United Kingdom. 2017.

ROCKSTRÖM, Johan et al. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and society**, v. 14, n. 2, 2009.

RUGANI, B., Joachim Maes, Benoit Othoniel, Federico M. Pulselli, Thomas Schaubroeck, Guy Ziv, **Human-nature nexuses: Broadening knowledge on integrated biosphere-technosphere modelling to advance the assessment of ecosystem services**, Ecosystem Services, Volume 30, Part B, 2018, Pages 193-199, ISSN 2212-0416, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.04.002>.

SALMOND, J. A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., . Wheeler, B. W. **Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. Environmental Health: A Global Access Science Source**, 2016. 15 doi:10.1186/s12940-016-0103-6

SINGH, NP ; AR Santal. Abid; Ali Ansari, SS Gill, R. Gill, GR Lanza, L. Newman. **Phytoremediation of Heavy Metals: The Use of Green Approaches to Clean the Environment BT - Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants** , Vol. 2 , Springer International Publishing , pp. 115 - 129, 2015. [10.1007 / 978-3-319-10969-5 10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10969-5_10)

SCOPUS. Disponível em:< <https://www.scopus.com/results>> Acesso em: 20 set. 2021.

SCOTT, M.; M. Lennon, D. Haase, A. Kazmierczak, G. Clabby, T. Beatley **Nature-based solutions for the contemporary city/Re-naturing the city/Reflections on urban landscapes, ecosystems services and nature-based solutions in cities/Multifunctional green infrastructure and climate change adaptation: brownfield greening as an adaptation strategy for vulnerable communities?/Delivering green infrastructure through planning: insights from practice in Fingal, Ireland/Planning for biophilic cities: from theory to practice.** Plan. Theory Practice, 17 , pp. 267-300, 2016.

TEEB, 2010. Mainstreaming the Economics of Nature: **A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB.** Earthscan, London and Washington.

TURNER, K; G.; S. Anderson, M. Gonzales; Chang, R. Costanza, S. Courville, T. D algaard, E. Dominati, I. Kubiszewski, S. Ogilvy, L. Porfirio, N. Ratna, H. Sandhu, P.C. Sutton, J.C. Svenning, G.M. Turner, Y.D. Varennes, A. Voinov, S. Wratten.

A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration Ecology and Modelling, 319 pp. 190-207, 2016. [10.1016/j.ecolmodel.2015.07.017](https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2015.07.017)

WANG, Y., Ni, Z., Chen, S., Xia, B.,. **Microclimate regulation and energy saving potential from different urban green infrastructures in a subtropical city**. J. Cleaning. Prod. 226, 913 e 927, 2019.

WILSON, E., J. Piper . **Spatial planning and climate change**. Routledge, New York, NY , 2010.

WORLD BANK, 2021. **A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience**. Washington, D.C. World Bank Group.

XING, Y .; Jones, P .; Donnison, I. **Caracterização de Soluções Baseadas na Natureza para o Ambiente Construído**. Sustentabilidade 2017 ,vol. 9 , p.149. <https://doi.org/10.3390/>

ZARDO et al., 2017 .**Estimando a capacidade de resfriamento de infraestruturas verdes para apoiar o planejamento urbano**. Ecosystem Services , 26, p.225 - 235 , 2017, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.016>

ZANDER S. Venter, David N. Barton, Laura Martinez-Izquierdo, Johannes Langemeyer, Francesc Baró, Timon McPhearson, **Interactive spatial planning of urban green infrastructure – Retrofitting green roofs where ecosystem services are most needed in Oslo**, Ecosystem Services, Volume 50, 2021, ISSN 2212-0416, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101314>.