

**Drenagem e Estratégias Verdes:  
formas, vantagens e efeitos nos serviços ambientais**

*Drainage and Green Strategies:  
forms, advantages and effects on environmental services*

*Drenaje y Estrategias Verdes:  
formas, ventajas y efectos sobre los servicios ambientales*

**Fernanda Alves Góis Meneses**

Professora Mestra, Graduação em Engenharia Civil, Doutoranda, UFS, Brasil.  
fernanda\_gois@academico.ufs.br

**Natália Thaynã Farias Cavalcanti**

Graduação em Agroecologia, Doutoranda, UFPE, Brasil.  
natalia.ntfc@ufpe.br

**Lina Martins de Carvalho**

Professora Mestra, Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFS, Brasil.  
linacarvalho@academico.ufs.br

**Ana Maria dos Santos**

Graduação em Engenharia Agrícola, Mestranda, UFS, Brasil  
anamariasantos.contact@gmail.com

## RESUMO

Diante do quadro de crescimento urbano das cidades e suas implicações ambientais, busca-se por medidas de amenização dos impactos que são provenientes de ações antrópicas. Evidencia-se neste artigo, os problemas relacionados principalmente às questões voltadas às águas urbanas, mais especificamente sobre as águas pluviais, sendo necessária a aplicação urgente de estratégias mais sustentáveis que associem os aspectos da água, vegetação e urbanização. Neste sentido, tem-se como objetivo deste trabalho, apresentar as formas e vantagens das estratégias verdes, com foco em infraestruturas verdes urbanas. Além de discutir os efeitos dos serviços ecossistêmicos e correlaciona-los às tipologias de infraestrutura verde e os serviços ambientais. Como metodologia, foi realizado levantamento de revistas científicas em bases de dados, a partir de termos relacionados à temática pretendida, como forma de identificar as principais tipologias de infraestrutura verde e de como essas técnicas são potenciais em contribuir com o meio ambiente. Como resultados, obteve-se que a correlação entre a infraestrutura verde e os serviços ambientais é majoritariamente positiva, principalmente relacionadas aos aspectos de “manutenção da vazão hídrica”, “mitigação de eventos hídricos extremos”, dentre outros a serem apresentados na pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem Urbana. Estratégias Verdes. Serviços Ambientais.

## ABSTRACT

*Faced with the urban growth of cities and their environmental implications, measures to mitigate the impacts arising from anthropic actions are being sought. This article highlights the problems related mainly to issues related to urban water, more specifically about rainwater, requiring the urgent application of more sustainable strategies that associate the aspects of water, vegetation and urbanization. In this sense, the objective of this work is to present the forms and advantages of green strategies, focusing on urban green infrastructures. In addition to discussing the effects of ecosystem services and correlating them with typologies of green infrastructure and environmental services. As a methodology, a survey of scientific journals was carried out in databases, based on terms related to the intended theme, as a way of identifying the main types of green infrastructure and how these techniques have the potential to contribute to the environment. As a result, it was found that the correlation between green infrastructure and environmental services is mostly positive, mainly related to aspects of "maintenance of water flow", "mitigation of extreme water events", among others to be presented in the research.*

**KEYWORDS:** Urban Drainage. Green Strategies. Environmental Services.

## CURRÍCULUM

*Ante el crecimiento urbanístico de las ciudades y sus implicaciones ambientales, se buscan medidas para mitigar los impactos derivados de las acciones antrópicas. Este artículo destaca los problemas relacionados principalmente con cuestiones relacionadas con el agua urbana, más específicamente con el agua de lluvia, que requieren la aplicación urgente de estrategias más sostenibles que asocien aspectos de agua, vegetación y urbanización. En este sentido, el objetivo de este trabajo es presentar las formas y ventajas de las estrategias verdes, centrándonos en las infraestructuras verdes urbanas. Además de discutir los efectos de los servicios ecossistémicos y correlacionarlos con tipologías de infraestructura verde y servicios ambientales. Como metodología, se realizó un relevamiento de revistas científicas en bases de datos, a partir de términos relacionados con la temática buscada, como forma de identificar los principales tipos de infraestructura verde y cómo estas técnicas tienen el potencial de contribuir con el medio ambiente. Como resultado, se encontró que la correlación entre infraestructura verde y servicios ambientales es mayoritariamente positiva, principalmente relacionada con aspectos de “mantenimiento del caudal de agua”, “mitigación de eventos hídricos extremos”, entre otros a ser presentados en la investigación.*

**PALABRAS CLAVE:** Drenaje Urbano. Estrategias Verdes. Servicios Ambientales.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, 55% da população mundial vive em áreas urbanas e essa proporção deve aumentar para 70% até 2050 (ONU, 2019). No Brasil, segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (2015), 84,72% da população vive em áreas urbanas. A forma de crescimento desordenada de muitos centros urbanos tem causado diversos problemas ambientais, prejudicado o bem-estar dos moradores e pressionado o ecossistema (CAMPELLO; LIMA; FERREIRA, 2020).

As questões relacionadas às áreas urbanas, como planejamento do uso e ocupação do solo urbano, mobilidade urbana, gestão de resíduos sólidos e saneamento, bem como a melhoria da resiliência dessas áreas, estão incluídas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas. Para isso, ODS 6 se preocupa com o aspecto social da água, recurso indispensável à vida, de forma potável e segura para todos. O ODS 11 pretende garantir o acesso de todos à habitação segura, adequada e a preço acessível, incluindo acesso a serviços básicos e urbanização de favelas, e a redução dos impactos ambientais pela vida e produção econômica nas cidades. Como ferramenta, as estratégias verdes podem ser adotadas por gestores públicos para minimizar o impacto da urbanização e contribuir com os ODS. As estratégias verdes envolvem metas relacionadas à preservação do meio ambiente a curto e longo prazo e apresentam visão comprometida com a sustentabilidade, a partir da incorporação no uso de tecnologias limpas em todos os seus processos e, sobretudo, na orientação de decisões e ações em prol da preservação do planeta (ROMANO, 2015). Nas possibilidades de implementação das estratégias verdes, as infraestruturas verdes vêm se destacando, contribuindo na compatibilização das áreas ecologicamente sensíveis com o desenvolvimento e reestruturação do tecido urbano, objetivando requalificar a malha urbana existente e promover um suporte para a regeneração ecológica, incluindo a recuperação do potencial de biodiversidade no espaço urbano (FERREIRA; MACHADO, 2010).

## 2 OBJETIVOS

Ao analisar a atual crise social, econômica e ambiental, é de fundamental importância compreender a influência das ações antrópicas na dinâmica dos ecossistemas (GOMES; DANTAS NETO; SILVA, 2018). Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar as formas e vantagens das estratégias verdes, com foco em infraestruturas verdes urbanas. Além de discutir os efeitos nos serviços ecossistêmicos e correlacionar as tipologias de infraestrutura verde e os serviços ambientais.

## 3 METODOLOGIA

Para a execução da pesquisa foi realizado um levantamento em artigos científicos em bases de dados, como *Science Direct*, *Pubmed*, *SciELO*, Portal de Periódicos CAPES, *Google* acadêmico, livros e endereços eletrônicos abrangendo a temática de estratégias verdes, no período de 2007 a 2021. Na busca pelos artigos, utilizou-se os termos: “estratégias verdes”; “infraestruturas verdes”; “infraestruturas verdes e tipologias”; “infraestruturas verdes e serviços ecossistêmicos”; “impactos das infraestruturas verdes e serviços ambientais”. À medida

que se realizava a busca, procedia-se também à triagem, descartando, aqueles artigos que não continham as informações necessárias para compor a pesquisa.

Para escolha dos materiais, após a triagem final, foram realizados encontros virtuais com o grupo, em que foi debatido a relevância de cada subtema relacionado com a temática infraestrutura verde e os serviços ambientais, absorvendo a experiência do grupo.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Drenagem Urbana

Segundo Tucci (2008), a drenagem urbana mundial pode ser dividida em três fases principais: higienista, corretiva e sustentável. A fase higienista tem como principal mote deslocar tanto a água pluvial quanto os dejetos sanitários para longe das cidades, como uma medida de afastar possíveis doenças da população, contudo, sem se preocupar com as consequências desse destino. A fase corretiva, que surgiu por volta dos anos 70, passou a apresentar uma maior preocupação com o destino e tratamento dos esgotos e também com o controle das inundações urbanas. Com isso, as soluções buscaram requalificar os sistemas já utilizados em prol da contribuição para o ciclo natural hidrológico. Já nos anos 90, a fase sustentável se espelhou em características da própria natureza para aprimorar a infraestrutura urbana de modo geral.

Dentre os principais conceitos utilizados pela drenagem urbana tem-se, dentre outros, segundo Fletcher *et al.* (2014): a) *Low Impact Development* (LID), diz respeito ao estudo da recomposição das funções naturais do ambiente dentro de uma lógica de urbanização de menor impacto para as cidades; b) *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), referente ao aproveitamento de medidas eficientes e sustentáveis de controle e qualidade das águas pluviais e que, ao mesmo tempo, proporcione benefícios à cidade e às pessoas; e, c) *Green Infrastructure* (GI), conceito que vai além das águas pluviais, configurando-se na escala do planejamento urbano, com origem na arquitetura paisagística e na ecologia da paisagem, a partir da existência de uma rede ou corredores de espaços verdes ou *hubs* de espaços verdes, potenciais para a aplicação de serviços ecossistêmicos.

Como complementação ao conceito de Infraestrutura Verde apontado por Fletcher *et al.* (2014), observa-se que a água tem se tornado pauta essencial nos debates, pois, apesar de sua importância ser discutida dentro dessa aplicação, era necessário adotar um conceito para que tivesse seu devido destaque. A partir disso, foi considerada a Trama Verde e Azul (TVA) adotada por Dreyer (2017, pg. 40) com a seguinte definição:

A Trama Verde e Azul (TVA) é uma rede interconectada de sistemas de infraestrutura urbana compostos das redes azuis (sistemas aquíferos), redes verdes (sistemas bióticos de fauna e flora) em apoio às redes cinzas tradicionais com intuito de atuar na paisagem para aumento da potencialidade da resiliência dos meios naturais e sociais.

Destaca-se, por fim, o conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), termo concedido pela União Europeia, traz estratégias inspiradas e apoiadas na natureza, e que, simultaneamente, proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos, além de contribuir com a resiliência urbana. Estas soluções trazem um leque cada vez mais diversificado de elementos e processos naturais para as cidades e para as paisagens terrestres e marítimas,

através de intervenções adaptadas ao local, que sejam sistêmicas e eficientes em termos de recursos (HERZOG; ROZADO, 2019).

Estes conceitos não são díspares, eles podem se sobrepor e variar a depender do nível de intervenção, das condições naturais e da disponibilidade tecnológica de cada país. Como forma de atender às questões práticas destes conceitos, Cormier e Pellegrino (2008), apontam algumas técnicas a serem utilizadas, tais como: lagoas e canteiros pluviais, valas e valetas, biovaletas, jardins de chuva, etc. A autora Alencar (2016) complementa indicando outras técnicas: *wetlands* (áreas alagadas ou jardins filtrantes), tetos e muros verdes, bioengenharia, lagoas secas (bacias de retenção/ retenção, lagoas pluviais ou de biorretenção) e pavimentos drenantes. Outra medida importante em atendimento às premissas de manejo sustentável, diz respeito à diminuição do tamanho das áreas impermeáveis, através da inserção ou requalificação de áreas verdes da cidade a fim de possibilitar a absorção das águas pluviais.

O incentivo à utilização dos conceitos e técnicas apontadas depende daquilo que é estabelecido pelo planejamento urbano. Há uma relação direta entre planejamento urbano, drenagem urbana, estratégias verdes e manejo de águas pluviais.

No cenário brasileiro, houve, no ano de 2006, um marco referente ao contexto do planejamento urbano, a elaboração do programa Drenagem Urbana Sustentável pelo Ministério das Cidades. Foi a partir desse programa que se disseminou, em maior escala, mecanismos mais sustentáveis relacionados às águas urbanas em solo brasileiro (GARRIDO NETO *et al.* 2019). Ademais, o governo brasileiro, com a promulgação da Lei nº 22.445/2007, trouxe maior visibilidade à essa questão, a partir da utilização e incentivo do manejo das águas pluviais, que se relaciona com os aspectos de retenção, retenção e amortecimento. Em 2012, o Ministério das Cidades (BRASIL, 2012) instituiu um manual a fim de viabilizar as prerrogativas anunciadas pelo programa Drenagem Urbana Sustentável. O material tem como diretriz principal a gestão sustentável das águas urbanas, de acordo com as políticas de desenvolvimento urbano de uso e ocupação do solo. Em 2020, como forma de manter esse estímulo à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, foi lançada uma cartilha pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2020).

Recentemente, as políticas públicas reconheceram a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais como itens essenciais, passando-se a exigir: (a) manutenção local das águas pluviais - com a inserção do termo “manejo de águas pluviais” pela Lei 11.445/2007; (b) política específica sobre drenagem - com a inserção de Planos Diretores (específicos) de Drenagem Urbana, Políticas de Saneamento Básico e Bacias Hidrográficas pela Lei 11.445/2007; (c) gestão integrada das águas urbanas e medidas estruturais extensivas de menor impacto ambiental - a exemplo do Relatório Municipal de Gestão Integrada das Águas Urbanas (ARACAJU, 2015); (d) vegetação e paisagem como elementos complementares às estratégias de drenagem e gestão das águas urbanas - como consta no Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem do Estado do Espírito Santo de 2018, que considera a restauração da cobertura vegetal como um dos componentes a serem desenvolvidos nas atividades previstas pelo programa.

Salienta-se que, apesar da existência dessas diretrizes, percebe-se que sua prática e execução têm sido realizadas de forma muito lenta. Apesar do Brasil já ser palco, a mais de uma década, de discussões relativas à drenagem urbana sustentável, elas ainda não são tidas como modelos práticos de soluções de infraestrutura urbana e, portanto, não são também aplicadas pelas gestões municipais. Grande parte das diretrizes públicas detém-se a lidar com as consequências trazidas pela infraestrutura deficitária ao invés de impor uma solução estratégica

definitiva. Vale ressaltar que o direito às cidades sustentáveis é uma garantia prevista no Estatuto da Cidade, que engloba, dentre outros fatores, o saneamento ambiental e a infraestrutura urbana (BRASIL, 2001). Contudo, mesmo depois de 20 anos da sua elaboração, alguns dos instrumentos previstos no documento não saíram da esfera legislativa.

## 4.2 Infraestrutura Verde

A infraestrutura verde é uma ferramenta que visa melhorar o bem-estar humano por meio de seus valores ambientais, sociais e econômicos, com base no uso multifuncional dos ecossistemas (VALLECILLO *et al.*, 2018). O termo foi definido como uma combinação de vegetação (verde) e corpos d'água (azul) pertencentes a redes que associam componentes naturais e projetados da paisagem, como reservas florestais, parques urbanos, corpos d'água, telhados verdes e canais (GHOFRANI; SPOSITO; FAGGIAN, 2017).

A infraestrutura verde pode auxiliar na promoção das cidades compactas, propiciando melhor qualidade de vida, enquanto que sua redução, como efeito da ocupação urbana, leva a perda dos serviços ambientais existentes na cidade (ARTMANN; BASTIAN; GRUNEWALD, 2017). Isso ocorre porque a maioria das tipologias de infraestrutura verde apresenta soluções para prevenção e a recuperação de processos da degradação urbana, resultando na provisão de diversos serviços ambientais. As infraestruturas verdes utilizadas em acordo com sua escala de aplicação, de acordo com IPT (2020) e Comier e Pellegrino (2008), são:

Escala Regional:

- a) Áreas Verdes Urbanas: conjunto de áreas intraurbanas com cobertura vegetal arbórea nativa e introduzida, arbustiva ou rasteira contribuindo para a qualidade de vida e equilíbrio ambiental nas cidades;
- b) Corredor Verde: espaços livres lineares servindo como conexão entre fragmentos e que integram equipamentos e outras áreas com funções importantes para a cidade.

Escala Local:

- a) Parques Lineares: Um parque linear é um sistema contínuo de áreas verdes ao longo de fundos de vale, com objetivos de preservação e recuperação do ambiente natural e escoamento e retenção natural das águas, além de configurar um espaço de uso público para lazer e mobilidade ativa;
- b) Canteiro Pluvial: são jardins de chuva compactados para pequenos espaços auxiliando no processo de evaporação, evapotranspiração e infiltração;
- c) Jardins de Chuva: são depressões topográficas existentes ou afeioadas para receberem o escoamento da água pluvial proveniente de telhados e demais áreas impermeáveis limítrofes;
- d) Poços de Infiltração: Considerados uma técnica compensatória localizada, os poços de infiltração são reservatórios verticais, de área superficial reduzida, escavados no solo com o objetivo de receber e infiltrar as águas provenientes do escoamento superficial;
- e) Valas e valetas de detenção e infiltração: são técnicas compensatórias lineares para o recebimento e armazenamento temporário das águas pluviais, podendo promover ou não sua infiltração no solo;

f) Biovaleta: são depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e elementos filtrantes para promover a filtração de poluentes e a infiltração da água, podendo ou não direcionar a água para um outro sistema como o jardim de chuva.

Escala Particular:

a) Jardim Vertical: são todas as formas de crescimento e desenvolvimento da vegetação em uma superfície vertical, podendo ser plantada diretamente no solo, em jardineiras ou em outras estruturas de suporte;

b) Telhados Verdes: estrutura que pode substituir a área natural de infiltração das águas alterada pela edificação, podendo ser extensivas ou leves (plantas de pequeno porte - solo raso) e sistemas intensivos (plantas de grande porte - solo profundo);

c) Cisterna: estrutura utilizada para coletar a água das chuvas para reuso como o consumo humano ou animal, irrigação de culturas, limpeza ou fins sanitários;

d) Horta Urbana: são hortas comunitárias ou particulares onde se realizam cultivos, idealmente sem agrotóxicos, em espaços residuais, áreas não ocupadas, fachadas e tetos verdes podendo ser de diferentes tamanhos.

### 4.3 Benefícios Ambientais

As promoções dos benefícios ambientais oriundos das infraestruturas verdes estão sendo estudadas e associadas aos Serviços Ecossistêmicos, mais comumente chamados no Brasil de Serviços Ambientais (MARQUES, 2020). O termo “serviços ambientais” se refere às funções do meio ambiente que têm valor para a sociedade humana (FEARNSIDE, 2018). Os serviços ambientais são todas as atividades humanas que favorecem a conservação ou a melhoria dos ecossistemas e, como consequência, contribuem com a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020). Neste trabalho, adotou-se a terminologia serviços ambientais, com base no potencial que essas tipologias têm para a melhoria de importantes funções ambientais e para a manutenção da qualidade de vida nas cidades, como: proteção dos recursos hídricos; bem-estar da população; equilíbrio ambiental e biodiversidade. Tendo em vista esses parâmetros, foi construída uma matriz a partir das tipologias das estratégias verdes, com foco em infraestrutura urbana. Para esta avaliação, foram consideradas as tipologias que pudessem atender às necessidades dos gestores na implantação das infraestruturas verdes. Neste sentido, uma escala de avaliação foi definida e aplicada para identificar o potencial de cada tipologia em fornecer os serviços ambientais, onde: (-) significa potencial nulo ou não se aplica; (+) significa potencial e (++) significa maior potencial.

Na análise do Quadro 01, é possível observar que os “Espaços Verdes” e os “Parques Lineares” apresentam “potencial” e “maior potencial” no fornecimento dos serviços ambientais, contribuindo mais significativamente na “Função 2. Biodiversidade e Fluxo Gênico de Fauna e Flora”, isso se deve devido a implantação de diversas espécies nativas nos espaços. As tipologias, “Cisternas Urbanas”, “Poços de Infiltração” e as “Valas e Valetas”, apresentaram menores impactos na correlação do fornecimento dos serviços ambientais, sobretudo na “Função 2. Biodiversidade e Fluxo Gênico de Fauna e Flora”, com impacto de “potencial nulo” (ver quadro 01).

Quadro 01. Matriz de correlação entre Infraestrutura Verde e Serviços Ambientais

Funções e serviços Ambientais	F1 Proteção dos Recursos Hídricos			F2 Biodiversidade e Fluxo Gênico de Fauna e Flora		F3 Bem-estar das Populações Humanas		F4 Equilíbrio Ambiental	
	S1. Manutenção da Vazão Hídrica	S2. Mitigação de Eventos Hídricos Extremos	S3. Melhoria da Qualidade da Água	S4. Manutenção de Habitat	S5. Manutenção da Diversidade Genética	S6. Recreação, Saúde Física e Mental	S7. Diminuição a Vulnerabilidade Social	S8. Redução do Efeito de Ilhas de Calor	S9. Melhoria Qualidade do ar
X Infraestruturas verdes									
Parques Lineares	(+)	(+)	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(++)	(++)
Jardins de Chuva	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)
Poços de Infiltração	(+)	(+)	(++)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Valas e Valetas de detenção e infiltração	(++)	(++)	(++)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Espaços Verdes	(++)	(+)	(++)	(++)	(++)	(++)	(+)	(++)	(++)
Corredores Verdes	(+)	(+)	(++)	(+)	(++)	(+)	(+)	(++)	(+)
Jardim Vertical	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(++)	(+)
Telhados Verdes	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	(++)	(++)
Biovaleta	(++)	(+)	(++)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)
Horta Urbana	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(++)	(++)	(+)	(+)
Cisternas Urbanas	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)
Canteiro Pluvial	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)

Fonte: IPT (2020) adaptado pelas autoras.

Legenda: F= Funções Ambientais  
S= Serviço Ambientais

Cabe destacar que cada tipologia apresenta um potencial para os recursos naturais, contribuindo nas funções dos serviços ambientais. Para Herzog e Rosa (2010), as tipologias das infraestruturas verdes representam um meio de adaptar e regenerar o tecido urbano de modo a torná-lo resiliente aos impactos causados pelas mudanças climáticas e também prepará-lo para uma economia de baixo carbono. Na contribuição do “Serviço 1. Manutenção da Vazão Hídrica”, as áreas arborizadas mostraram melhorar 40% do escoamento superficial (GUMINDOGA *et al.*, 2014). No “Serviço 2. Mitigação de Eventos Hídricos Extremos”, Prudencio e Null (2018) apontam que as tipologias atenuam as inundações de águas pluviais à medida que a chuva é interceptada e armazenada pela vegetação e pelo solo. No “Serviço 3. Melhoria da Qualidade da Água”, Gomez-Baggethun e Barton (2013) identificaram que a vegetação e os microrganismos reduzem as concentrações de nutrientes e poluentes na água e no solo, ou seja, as plantas e os microrganismos purificam a água e remediaram solos contaminados pela absorção, acumulação e / ou decomposição de nutrientes e poluentes.

A Infraestrutura verde é frequentemente projetada para apoiar explicitamente os serviços do ecossistema, incluindo benefícios implícitos para a biodiversidade, Filazzola, Shrestha, MacIvor (2019) discorrem sobre os efeitos da infraestrutura verde em apoiar a

biodiversidade urbana, fornecendo um habitat mais adequado para as espécies. As espécies de vertebrados se beneficiaram mais consistentemente com sua implementação, enquanto os invertebrados, especialmente insetos, tiveram uma resposta mais variada, contribuindo com os Serviços 4 e 5.

Elenca-se também a contribuição no bem-estar das populações, contribuindo com os Serviços 6 e 7, na medida que a proximidade de áreas verdes se associa a menor obesidade, menor risco de desenvolver doença cardiovascular, menos doenças mentais, melhores desfechos de nascimento. Pauta-se que o contato com o verde diminua o estresse, aumente a coesão social e o nível de atividade física (AMATO-LOURENÇO *et al.*, 2016). No caso de algumas delas, como as hortas urbanas, contribuem com a diminuição da vulnerabilidade social por possibilitar a oferta de alimentos, minimizando os índices de insegurança alimentar.

Na contribuição do “Serviço 8. Redução do Efeito de Ilhas de Calor”, Besir e Cuçe (2017), identificaram que os telhados verdes podem mitigar a absorção de calor em cerca de 80%. Os jardins verticais podem atenuar a radiação solar em torno de 40%, através de reflexão e absorção das folhas (WONG *et al.*, 2010). Os benefícios sociais apontados são na redução do risco de estresse por calor durante condições térmicas desconfortáveis (DEMUZERE *et al.*, 2014). Os formuladores de políticas e planejadores urbanos devem promover infraestruturas verdes, visando promoção da diversidade funcional, a inclusão de áreas para o manejo pluvial e a maximização da conectividade do *habitat* com outros espaços verdes, a fim de alcançar o ODS 11.

## 5 CONCLUSÃO

Um dos maiores problemas enfrentados nos centros urbanos é a falta de planejamento relacionado aos aspectos da infraestrutura que as cidades deveriam oferecer para atender a demanda da população relacionada à saúde e bem-estar. Estamos, ao mesmo tempo, diante de oportunidades que poderão auxiliar o enfrentamento destes desafios relacionados às cidades e seu desenvolvimento. Por isso, a participação colaborativa de todas as partes interessadas (empresas, governo, academia e sociedade) é de suma importância para gerar oportunidades na construção de cidades mais Sustentáveis, Criativas, Resilientes e Inteligentes.

Quando olhamos para todo o impacto que já foi gerado, pode parecer uma missão impossível encontrar caminhos para mitigar os efeitos ou pelo menos diminuir os problemas das enchentes. Ainda assim, faz-se necessário repensar o modelo de cidades que desejamos viver e, a partir disso, orientar a formulação de políticas públicas comprometidas com um desenvolvimento urbano mais sustentável.

## 6 REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. K. B. de. **Urbanismo sensível às águas: o paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos**. Tese (Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano). Universidade Federal de Pernambuco. Recife-PE, 2016.

AMATO-LOURENÇO, L. F. *et al.* Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Revista Estudos Avançados**, v. 30, p. 113-130, 2016.

ARACAJU; UFS. **Plano Integrado de Saneamento Básico de Aracaju**. Prefeitura Municipal de Aracaju (PMA). Universidade Federal de Sergipe (UFS). 2015.

ARTMANN, M.; BASTIAN, O.; GRUNEWALD, K. Using the concepts of green infrastructure and ecosystem service to specify Leitbilder for compact and green cities-the example of the landscape plan of Dresden (Germany). **Sustainability**, v. 9, n. 2, p. 198, 2017.

BESIR, A. B. CUCE, E. Green roofs and facades: A comprehensive review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 915-939, 2018.

BRASIL. Estatuto da Cidade. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 e estabelece diretrizes gerais da política urbana. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2001.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Congresso Nacional. Brasília-DF, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Manual para Apresentação de propostas para Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais**. Brasília-DF, 2012.

CAMPELLO, L. G. B; LIMA, de D. R.; FERREIRA, de O. R. Desafios para as cidades sustentáveis: a participação pública em matéria ambiental como pilar do plano diretor. *Revista de Direito Urbanístico*, **Cidade e Alteridade**, v. 6, n. 2, p. 56-76, 2020.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 25, p. 127-142, 2008.

DEMUZERE, M. *et al.* Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. **Journal of Environmental Management**, v. 146, p. 107-115, 2014.

DREYER, A. L. R. **Infraestrutura urbana da trama verde e azul (TVA) aplicada ao caso do Campus do Vale da UFRGS**. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional – PROPUR). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2018.

FEARNSIDE, P. M. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas. **Inclusão Social**, v. 12, n. 1, 2018.

FERREIRA, J. C.; MACHADO, J. R. Infra-estruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes. **Revista Lab Verde**, n. 1, p. 69-90, 2010.

FILAZZOLA, A.; SHRESTHA, N.; MACIVOR, J. Scott. The contribution of constructed green infrastructure to urban biodiversity: A synthesis and meta-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, n. 9, p. 2131-2143, 2019.

FLETCHER, T. D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The Evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, vol. 12, v. 7, pp. 525-44, 2014.

GARRIDO NETO, P. de S.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G.; VAZQUEZ, E. G. Sistemas de drenagem urbana sustentáveis no mundo e no Brasil. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba-PR, v. 5, n. 10, ISSN 2525-8761, pp. 18743-18759, Outubro 2019.

GHOFRANI, Z.; SPOSITO, V.; FAGGIAN, R. A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts. **International Journal of Environment and Sustainability**, v. 6, n. 1, 2017.

GOMES, A. dos S.; DANTAS NETO, J.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 12-23, 2018.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D, N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological economics**, v. 86, p. 235-245, 2013.

GUMINDOGA, W. *et al.* Hydrological impacts of urbanization of two catchments in Harare, Zimbabwe. **Remote Sensing**, Basel, v. 6, n. 12, p. 12544-12574, 2014.

HERZOG, C. P.; ROSA, L, Z.. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, n. 1, p. 92-115, 2010.

HERZOG, C. P.; ROZADO, C. A. **Diálogo Setorial EU-Brasil sobre soluções baseadas na natureza: contribuição para um roteiro brasileiro de soluções baseadas na natureza para cidades resilientes**. União Europeia. República Federativa do Brasil. 2019.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde**. SOLERA, Maria Lucia (org.). Livro eletrônico. São Paulo: IPT, 2020.

MARQUES, T. H. N. **Eixos multifuncionais: infraestrutura verde e serviços ecossistêmicos urbanos aplicados ao córrego Mandaqui, São Paulo, SP**. 2020. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Serviços Ecossistêmicos**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/servicosambientais/ecossistemas-1/conservacao-1/servicoecossistemicos/servicos-ecossistemicos->. Acesso em: 15 nov. 2021.

ONU. 2019. **Notícias: ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050 BR**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>. Acesso em: 30 out. 2021.

PRUDENCIO, L.; NULL, S, E. Stormwater management and ecosystem services: a review. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 3, p. 033002, 2018.

ROMANO, M. H. Estrategias verdes y el management actual. In: 1er Simposio de Análisis y Desarrollo Organizacional. 1., 2015, Buenos Aires. **Documento de trabajo**.... Buenos Aires: Centro de Estudios Organizacionales, 2015. p.46-50.

SEDURB. Governo do Estado do Espírito Santo. Secretaria de saneamento, habitação e desenvolvimento urbano. **Programa de gestão integrada das águas e da paisagem**. Disponível em: <https://sedurb.es.gov.br/aguasepaisagem>. Acesso em: 01.09.2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gestão Integrada das Águas Urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina (REGA)**. V. 5, N. 2, julho/dezembro, 2008.

VALLECILLO, S. et al. Spatial alternatives for Green Infrastructure planning across the EU: An ecosystem service perspective. **Landscape and Urban Planning**, v. 174, p. 41-54, 2018.

WONG, Nyuk Hien et al. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. **Building and environment**, v. 45, n. 3, p. 663-672, 2010.