INFRAESTRUTURA VERDE: A CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DAS ÁREAS VERDES DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP PARA O COMBATE CLIMÁTICO

**Luana Braz Villanova[[1]](#footnote-1)**

**José Moacir de Sousa Vieira[[2]](#footnote-2)**

**Maria Angélica Toniolo[[3]](#footnote-3)**

**Resumo**

A infraestrutura verde constitui-se de uma rede ecológica urbana capaz de fornecer serviços ecossistêmicos enquanto atua no combate às mudanças climáticas. O presente estudo, que deriva da dissertação de mestrado da autora principal, analisou as áreas verdes urbanas de São José dos Campos- SP, procurando determinar se assumiam a configuração espacial de uma infraestrutura verde. Após levantamento cartográfico, constatou-se que não há essa configuração espacial, existindo inicialmente a necessidade de uma definição própria para o que o município considera como infraestrutura verde, para que ocorra um forte investimento na interconexão entre áreas verdes. A presença do conceito no Plano Diretor do município como possibilidade ao combate climático, já demonstra certo despertar e possibilita um futuro maior investimento para a criação de um plano municipal de interconexão entre áreas verdes e constituição de uma infraestrutura verde, cabendo ao município investir em novas políticas públicas sob esta finalidade.

**Palavras-chave:** Áreas verdes; infraestrutura verde; mudanças climáticas; ecologia de paisagens; serviços ecossistêmicos.

GREEN INFRASTRUCTURE: THE SPATIAL CONFIGURATION OF THE GREEN AREAS OF SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP FOR THE CLIMATE COMBAT

**Abstract**

Green infrastructure consists of an urban ecological network capable of providing ecosystem services while combating climate change. The present study, which derives from the main author's master's thesis, analyzed the urban green areas of São José dos Campos- SP, seeking to determine whether they assumed the spatial configuration of a green infrastructure. After a cartographic survey, it was found that there is no such spatial configuration, and there was initially a need for a specific definition for what the municipality considers as green infrastructure, so that there is a strong investment in the interconnection between green areas. The presence of the concept in the municipality's Master Plan, as a possibility to combat climate change, already demonstrates a certain awakening and allows for greater future investment in the creation of a municipal plan for interconnection between green areas and the creation of a green infrastructure, with the municipality being responsible for investing in new public policies.

**Keywords:** Green areas; green infrastructure; climate change; landscape ecology; ecosystem services.

1.Introdução

Observa-se a tendência rumo a uma urbanização em contínua expansão ocorrendo de maneira global, estimando-se que até o ano de 2050 cerca de 70% da população mundial irá residir em cidades (Green Climate Fund, 2020). Assim, as áreas urbanas deste século estão vulneráveis diante das mudanças climáticas, que trazem incertezas ao contexto urbano. Tal cenário urge alterações indispensáveis em como essas cidades têm sido planejadas, já que cidades impactam e são impactadas pelas mudanças climáticas (IPCC, 2018).

Diante disso, a fim de se construir resiliência às cidades, tornam-se imprescindíveis investimentos em medidas de mitigação (que busquem reduzir as emissões de GEEs na atmosfera) e principalmente de adaptação (que tenham como meta a redução dos impactos causado pelos eventos climáticos).

É nesse contexto que o próprio Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) do município de São José dos Campos apresenta em seu escopo a preocupação em atuar no combate às alterações no clima, com o investimento em resiliência urbana, por meio da valorização de um desenvolvimento baseado na natureza, com a proteção dos serviços ecossistêmicos e implementação de infraestrutura verde no território municipal (São José dos Campos, 2018).

A infraestrutura verde fundamenta-se em princípios pertinentes à ecologia de paisagens, compreendendo a cidade tal qual sistema socioecológico, planejando infraestruturas novas ou remodelando outras existentes de forma a torná-las espaços multifuncionais que ‘mimetizem’ processos que ocorrem em paisagens naturais. Assim, a infraestrutura verde constitui-se de uma rede ecológica urbana capaz de fornecer serviços ecossistêmicos às regiões urbanas densamente impermeabilizadas, fator essencial diante de tantos desastres ocasionados pelas mudanças climáticas (Herzog, 2013).

Logo, o presente artigo propõe-se a analisar as áreas verdes da cidade de São José dos Campos-SP, procurando determinar se essas áreas assumem a configuração espacial de uma infraestrutura verde. O enfoque deste estudo baseia-se na investigação realizada na dissertação de mestrado da autora principal, que explora de maneira aprofundada as diversas dimensões que compõem o planejamento de uma infraestrutura verde a nível municipal. Ressalta-se que, apesar de o trabalho de Villanova (2022) fornecer a base teórica e a metodologia utilizada, este artigo possui um escopo de pesquisa que vai além do trabalho de investigação efetuado na dissertação, portanto, os resultados e conclusões aqui apresentados constituem um novo avanço para a compreensão da infraestrutura verde em contextos urbanos, sobretudo com um olhar mais voltado à questão do enfrentamento climático.

Enfatiza-se que São José dos Campos expressou em seu último Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado a importância de reforçar a capacidade de resistir a eventos meteorológicos extremos provocados pelas alterações climáticas, efetuando investimentos em um novo esquema de planejamento para combater as mudanças climáticas, sobretudo com a implementação de infraestrutura verde como tática para o desenvolvimento sustentável; investigam-se os principais desafios que o município terá de enfrentar a fim de construir uma rede de infraestrutura verde que possa atuar diante desse contexto de mudanças climáticas.

Desta forma tomou-se como base para análise da espacialidade da infraestrutura verde a definição de áreas verdes adotada por Villanova (2022), assim como o levantamento cartográfico dessas áreas na cidade de São José dos Campos. Analisou-se então se espacialmente elas se configuravam — ou não — como uma infraestrutura verde. Tal análise abriu caminho para a discussão sobre a possibilidade de um maior investimento na conexão entre elementos verdes urbanos, sobretudo, no contexto de combate às mudanças climáticas.

2. METODOLOGIA

O presente estudo toma por base a definição para áreas verdes de Villanova (2022, p.60) como “espaços públicos com áreas permeáveis, que apresentem funções ecológicas, podendo ou não apresentar valores estéticos ou recreativos”, considerando ainda as áreas verdes em escala de bairro e escala municipal e regional, apresentadas pela autora tal qual exposto no Quadro 1.

Quadro 1 - Quadro de elementos e escalas de áreas verdes a serem consideradas

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREAS VERDES | |
| ESCALA DE BAIRRO | Praças  Parques  Parques lineares  Corredores verdes |
| ESCALA MUNICIPAL E REGIONAL | Grandes parques  Parques lineares  Remanescentes florestais  Unidade de conservação  Corredores ecológicos |

Fonte: Adaptado de Villanova, 2022, p.77.

Também utiliza como referência o mapeamento cartográfico de Villanova (2022), que empregou os softwares QuantumGIS 3.12 e Google Earth Pro para identificar as áreas apresentadas no quadro anteriormente elaborado, e inseridas dentro do perímetro urbano municipal, definido pelo PDDI de 2018 do município. Tal levantamento considerou informações provenientes dos bancos de dados de acesso ao munícipe, nos canais oficiais[[4]](#footnote-4) da prefeitura. O recorte da coleta de dados da autora efetuou-se no primeiro semestre de 2021, desconsiderando quaisquer outras áreas verdes concebidas após esse período.

Por fim, o presente estudo toma por base o perímetro urbano da cidade de São José dos Campos, desconsiderando a escala municipal trabalhada por Villanova (2022).

3. Infraestrutura Verde: Intersecções com Áreas Verdes, Ecologia de Paisagens e Mudanças Climáticas

Inicia-se a presente narrativa afirmando que a conceituação sobre áreas verdes pode variar, há uma diversidade de classificações de uso do solo que podem ser rotuladas como “áreas verdes” com inúmeras interpretações do conceito, a depender do autor a abordá-las. De maneira errônea, conceitos como espaço livre, verde urbano e arborização urbana ainda costumam ser empregados na literatura como sinônimos para áreas verdes (Villanova, 2022).

Já quando se trata de infraestrutura verde, também se encontra uma série de acepções na literatura de maneira geral, podendo retratar o plantio de vegetação com o propósito de prover benefícios ecológicos para as áreas urbanas, ou ainda pode se referir a sistemas de engenharia voltados para a promoção da sustentabilidade ambiental. Ademais, a infraestrutura verde pode ter um sentido mais amplo, sendo vista como uma rede interligada de espaços livres e áreas verdes, que visam múltiplos benefícios ambientais para a sociedade e a fauna (Franco, 2010). Portanto, a ideia de infraestrutura verde vem sendo investigada e implementada tanto nacional quanto internacionalmente como uma forma de reconciliar de harmonizar o meio ambiente natural e o desenvolvido, atuando também como instrumento para a sustentabilidade urbana (SILVA, 2017).

A própria definição para esse conceito pela Comissão Europeia em um documento denominado “Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe’s Natural Capital ” apresenta a infraestrutura verde abrangendo a ideia de conexão entre elementos verdes e azuis. Embora alguns dos elementos de uma infraestrutura verde possam ofertar possibilidades recreativas, os grandes benefícios gerados por estes espaços são principalmente ecológicos e ambientais (Villanova, 2022).

São diversos os elementos que podem compor uma infraestrutura verde em um contexto urbano. Em uma escala de rua, encontram-se os jardins de chuva e biovaletas, a pavimentação permeável, os canteiros verdes e a arborização urbana. Já na escala de bairro, há a lagoa pluvial, o lago seco e as bacias de detenção, as praças e os parques, assim como os parques lineares e os caminhos verdes (ou greenways). Por fim, na escala de município e região, existem as Unidades de Conservação, os corredores ecológicos e os remanescentes florestais. Todavia, tais elementos de maneira isolada não possibilitam a constituição de uma infraestrutura verde, devendo haver uma interconexão entre eles (Villanova, 2022).

Nesse sentido mais amplo de infraestrutura verde, há uma rede interconectada desses elementos verdes, que são essenciais para a preservação das funções do ecossistema e que também beneficiam populações humanas. Essa rede pode interconectar elementos verdes como parques, ou espaços verdes menores, assim como elementos azuis, tais quais rios ou lagos, unificando ecossistemas nativos naturais ou restaurados. Além disso, tratar de uma infraestrutura verde traduz-se também na conservação ao longo do tempo dos elementos verdes e azuis que a compõem. Diante desse apontamento, compreende-se que o termo “infraestrutura verde” enfatiza a diferença entre práticas tradicionais de planejamento para uma prática mais voltada à conservação dos espaços verdes (Benedict; Mcmahon, 2002).

Em especial, a infraestrutura verde pode ser vista como um instrumento de planejamento estratégico orientado à busca de um desenvolvimento mais sustentável, em que as funções essenciais de uma infraestrutura verde se voltam, sobretudo, a um aprimoramento na provisão de serviços ecossistêmicos (Kopperoinen; Itkonen; Niemelä, 2014). Assim, considerando o contexto de uma Infraestrutura Verde, a multifuncionalidade desempenha um papel crucial em que os serviços ecossistêmicos são projetados para colocar essa multifuncionalidade em prática, ainda que a promoção dos benefícios oriundos da implementação de uma infraestrutura verde urbana ligada à ideia de serviços ecossistêmicos seja algo recente na literatura de maneira geral (Marques, 2020).

Adota-se aqui a definição para serviços ecossistêmicos da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – IPBES (2019). Para a plataforma, os serviços ecossistêmicos podem ser descritos como os benefícios oriundos da natureza direcionados à população, havendo três principais segmentos: serviços de regulação, que compreendem a gestão de processos ecossistêmicos como o controle climático ou a filtragem de água; benefícios não materiais, que se referem às recompensas imateriais geradas pelos ecossistemas, como as dimensões culturais; e os benefícios materiais que englobam os produtos tangíveis derivados dos ecossistemas, como a comida.

Retomando o debate sobre a busca por instrumentos de planejamento estratégico voltados à busca por um desenvolvimento mais sustentável, compreende-se hoje que as práticas tradicionais de planejamento configuram a chamada “infraestrutura cinza”, que iguala a paisagem natural a uma edificada, caracterizada pelo uso massivo de concreto e asfalto. Logo, essa infraestrutura cinza que impermeabiliza o solo frequentemente atua intensificando efeitos negativos no microclima urbano, como o aumento da temperatura local, concebendo as chamadas “ilhas de calor”, alterando o regime de ventos, precipitações e podendo ocasionar enchentes (Farias et al., 2018). Ademais, a infraestrutura cinza é suscetível a diversos problemas, particularmente quando exposta a eventos climáticos extremos (Depietri; Mcphearson, 2017).

Portanto, tornou-se cada vez mais necessário para as cidades desenvolverem uma capacidade de resiliência urbana, que se refere à aptidão de permanecerem operacionais em face de variáveis climáticas diversas, ajustando-se ao estresse e às transformações trazidas por elementos externos (Siebert, 2013). Assim, a infraestrutura verde constitui-se desse elemento que auxilia as cidades a alcançarem a resiliência, adaptando-se, em um contexto de mudanças climáticas. E seria incerto tratar de infraestrutura verde sem relacioná-la ainda aos conceitos pertinentes à ecologia de paisagens, uma vez que foi a ecologia de paisagens que forneceu bases para um melhor planejamento das paisagens e das áreas verdes (Villanova, 2022).

Em síntese, a ecologia de paisagens contribui para o entendimento de que a paisagem urbana é composta por um sistema heterogêneo que está suscetível a mudanças constantes em situação de não equilíbrio. Em outras palavras, sua estrutura (padrão) obedece às interações (conexões) entre elementos bióticos, abióticos e humanos, com os ecossistemas podendo alterar-se constantemente. Sobretudo, a ecologia de paisagens possui uma visão sistêmica sobre o mosaico das paisagens (Herzog, 2013).

E, sobre este mosaico, Godron (1986) citado por Uy e Nakagoshi (2008) propôs um modelo que possui como elementos basilares em qualquer paisagem as manchas (patches), as matrizes (matrix) e os corredores (corridors). Além disso, enfatiza-se que a ecologia da paisagem se preocupa com as consequências da disposição espacial dos mosaicos em uma ampla gama de fenômenos ecológicos.

Esses mosaicos são elementos primordiais, uma vez que a paisagem poderia ser interpretada como um mosaico diversificado, composto por elementos que se comunicam entre si. Tal diversidade é perceptível, pelo menos sob um aspecto, conforme a percepção de um observador e na escala de visualização específica (Metzger, 2001). Assim, todos os tipos de mosaicos de paisagens encontrados na superfície terrestre são gerados pela combinação de corredores, matrizes e manchas. Independentemente do mosaico paisagístico, seja ele urbano ou rural, os princípios fundamentais da ecologia da paisagem podem ser aplicados. Esses princípios também se estendem a áreas tanto naturais quanto densamente urbanizadas (Pellegrino, 2000).

O corredor (corridor) constitui-se de área homogênea que apresenta uma disposição espacial linear, capaz de promover conectividade através da paisagem (Villanova, 2022). Já a matriz (matrix) pode ser considerada como a unidade estrutural predominante e de maior escala na paisagem (Boscolo; Ferreira; Lopes, 2016), onde a mancha (patch) constitui-se de porção relativamente homogênea de área não linear, podendo haver uma variabilidade em seu tamanho, características de borda (limite) e forma (Eduardo, 2013).

A interação entre a ecologia de paisagens e seus componentes fundamentais, matriz, manchas e corredores, fornece uma base para entender o princípio da conectividade. Analogamente, a infraestrutura verde pode funcionar considerando os princípios centrais de hubs, links e sites (Bonzi, 2015) onde os hubs podem ser representados por extensas áreas verdes enquanto os links consistem nas conexões que integram o sistema como um todo e proporcionam sua funcionalidade, já os sites podem ser vistos como área verdes em menor escala (Benedict; Mcmahon, 2002). Assim, de maneira semelhante à ecologia das paisagens, a infraestrutura verde possibilita a interconexão entre diversos aspectos pertinentes à paisagem, promovendo uma integração entre seus elementos, em que corredores podem atuar como elos de conexão (Villanova, 2022).

Quanto às concepções de áreas verdes e infraestrutura verde, podem parecer sobrepostas em princípio, uma vez que ambos os conceitos parecem tratar de espaços com elementos semelhantes ou até mesmo idênticos. Cabe, porém, discutir o lugar das áreas verdes dentro de uma infraestrutura verde, onde se torna essencial, dentro da concepção de infraestruturas verdes, a conexão entre os elementos, primordial quando se trata de fragmentação urbana.

À medida que o crescimento urbano se intensifica, as estruturas controladas pelo ser humano tendem a prevalecer e fragmentar os sistemas naturais, substituindo-os (Petrişor et al., 2016). Esses fenômenos realçam a necessidade inegável de implementar medidas que reforcem a ligação com os espaços verdes, fomentando assim os processos ecológicos em contextos urbanos (Madureira, 2012), ademais, tratando-se de áreas verdes, a crescente expansão urbana tem levado a uma fragmentação desses espaços nas cidades contemporâneas (Kowe et al., 2020).

A ideia de conexão entre os elementos presente no conceito de infraestrutura verde é essencial para evitar a fragmentação das áreas verdes urbanas. Quando as áreas verdes estão dispersas pelo território da cidade sem que haja elementos integradores entre estes espaços, o empenho em manter as atividades ecológicas e ambientais no território não surte os mesmos efeitos que a integração traria (Villanova, 2022).

Indo além, a infraestrutura verde pode auxiliar a suavizar impactos decorrentes do excesso de radiação solar, além de outros efeitos térmicos adversos, contribuindo de maneira significativa com a melhoria na qualidade do ar assim como na redução em excesso de CO2 na atmosfera (Silva, 2017). Também pode atuar ampliando a permeabilidade do solo urbano quando se atenta à utilização de materiais ecológicos como a pavimentação permeável ou no investimento na criação de novas áreas verdes urbanas (Villanova, 2022).

4. ANÁLISE DA ESPACIALIDADE DAS ÁREAS VERDES EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS- SP

Inicialmente descrevendo a área de estudo, São José dos Campos localiza-se na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), sendo reconhecida como um dos centros de maior relevância em tecnologia e ciência aeroespacial da América Latina. A Rodovia Presidente Dutra (BR-116) atravessa a região de leste a oeste, e o município encontra-se próximo à cidade de São Paulo (São José dos Campos, 2016).

Ademais, ainda que o município possua como distritos Eugênio de Melo, São José dos Campos e São Francisco Xavier, a maior parte da população urbana reside no perímetro urbano — região de São José dos Campos — localizado na porção sul do município (Villanova, 2022) tal qual ilustrado pela Figura 1.

Figura 1 - Perímetros rural e urbano de SJC

Mapa

Descrição gerada automaticamente

Fonte: Villanova, 2022, p.82.

Constata-se que a cidade já presenciou episódios referentes aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, como fenômenos de microexplosão (Figura 2), quedas de árvores e alagamentos que ocorrem de maneira frequente sobretudo durante temporais no período de verão.

Uma vez que eventos como este têm ocorrido de maneira mais intensa e frequente nos últimos anos, cenário já previsto pelo IPCC sobre a incidência de mudanças climáticas em regiões urbanas (IPCC, 2007), o município descreveu em seu último PDDI a necessidade de investimento em desenvolvimento resiliente por meio da valorização de desenvolvimento baseado na natureza, pela proteção de serviços ecossistêmicos, pela implementação de infraestrutura verde e pelo investimento em novos estudos para enfrentamento às mudanças climáticas (São José dos Campos, 2018).

Figura 2- Árvores arrancadas durante fenômeno de microexplosão em temporal na praça Humanismo, região sul de São José dos Campos



Fonte: Acervo próprio (2021)

Considera-se que, para o presente estudo, aplicou-se tanto a definição quanto o quadro de elementos e escalas de áreas verdes (Quadro 1) de Villanova (2022), assim como o levantamento cartográfico das áreas verdes. Ainda que a autora tenha efetuado esta análise a nível municipal, também se torna possível avaliar os mesmos resultados a nível de cidade. Assim sendo, a Figura 3 ilustra como as áreas verdes estavam distribuídas no recorte da autora.

Ressalta-se apenas que Villanova (2022) não contemplou nesse levantamento cartográfico a totalidade de áreas verdes do município nas escalas de bairro/ município e região, uma vez que muitas áreas não eram passíveis de levantamento completo devido a insuficiência de dados, como é o caso das praças. Foram averiguadas praças que pertenciam ao programa “Nossa Praça”, visto que apenas estes dados sobre praças estavam disponíveis ao munícipe de maneira georreferenciada no site da prefeitura.

Figura 3- Áreas verdes em São José dos Campos

*Mapa

Descrição gerada automaticamente*

Fonte: Villanova, 2022, p.138

Em vista dessa espacialidade, afirma-se que, em escala de bairro, São José dos Campos conta com um sistema de praças distribuídas por toda a extensão urbana da cidade, assim como um sistema de parques urbanos. Percebe-se a falta de parques lineares urbanos, uma vez que o município conta com apenas um parque linear, o Parque Senhorinha, que acompanha o córrego do Senhorinha.

Sobre corredores verdes, a cidade contava com espaços que poderiam ser considerados como corredores verdes em menor escala, tal qual o corredor central que acompanha as avenidas Andrômeda e Cidade Jardim. Mas esse corredor não é ideal, uma vez que inicia no percurso da avenida Andrômeda com parcas árvores espaçadas e com boa parte do solo impermeabilizado, terminando em trechos da Cidade Jardim que praticamente não contam com espécies arbóreas. Outro exemplo é a Área Pública Luiz Cláudio Monteiro, um pequeno corredor verde entre residências no bairro Jardim Satélite que, de maneira positiva, apresenta pavimentação permeável, que auxilia na absorção de água da chuva, assim como uma abundância de espécies vegetais.

Já na escala municipal e regional, observa-se apenas um grande parque, sendo ele o parque Roberto Burle Marx, com área de aproximadamente 1.000.000 m², alguns remanescentes florestais localizados de maneira dispersa na forma de pequenos fragmentos e Unidades de Conservação representadas por Áreas de Proteção Ambiental (APAs) municipais, estaduais e federais, um Parque Natural e Unidades de Proteção Integral do Bioma Cerrado.

Acresce-se que São José dos Campos tem investido no cadastramento de espécies arbóreas por meio programa de arborização urbana intitulado como “Arboriza São José”, fruto direto do Plano Municipal de Arborização Urbana. O programa busca alcançar a gestão de áreas verdes públicas, integrando ações como a elaboração de inventário e cadastramento digital do patrimônio arbóreo, a análise preventiva de árvores localizadas em vias públicas e a implantação de outras atividades previstas no Plano Municipal de Arborização Urbana. A catalogação de árvores ocorre por meio de Tags contendo QR Codes, pelos quais os dados também são disponibilizados em mapa georreferenciado on-line (GeoSanja ), auxiliando assim no controle das localidades que já receberam Tags e daquelas que ainda necessitam receber (Villanova, 2022).

Passando agora para a análise das informações colocadas, a leitura de dados espaciais permite inferir que a configuração das áreas verdes na cidade não estrutura uma matriz espacial de infraestrutura verde, pois a distribuição geográfica das áreas verdes indica uma desconexão evidente entre os componentes analisados: os parques ainda em número limitado na área urbana não apresentam conexão com as praças, que, por sua vez, não estão interligadas às Unidades de Conservação (UCs) nem aos fragmentos de florestas, e assim sucessivamente (Villanova, 2022).

Observa-se que as praças, atuando como pontos focais (ou sites) em bairros, não apresentam características que favoreçam a conexão entre elas e outras áreas verdes, como seria o caso se houvesse corredores verdes bem planejados e estabelecidos para cumprir essa tarefa. Os parques existentes também não estão interligados por esses corredores verdes ou parques lineares a espaços verdes de maior porte (como fragmentos de florestas ou Unidades de Conservação). O único parque linear na cidade, o Parque Senhorinha, por se situar de maneira isolada, não contribui para essa interconexão entre áreas verdes, nem mesmo com as praças em seu entorno.

Em outras palavras: São José dos Campos possui áreas verdes, no entanto, estas não foram adequadamente projetadas para criarem uma ligação entre os elementos estruturais. SJC possui hubs representados por parques de menor ou maior escala, assim como pelas Unidades de Conservação, bem como sites, constituídos pelos remanescentes florestais em menor escala e pelas praças. Contudo, ainda falta ao município o fator essencial para a consolidação de uma infraestrutura verde: os links.

A cidade possui apenas um parque linear, o que é insatisfatório para a interligação dos hubs e sites distribuídos pela área urbana. São José dos Campos deve considerar investir na ampliação da rede de corredores verdes (em grande e pequena escala). Os poucos corredores verdes existentes ou encontram-se em precário estado de conservação ou não respondem aos requisitos de atuação como infraestrutura verde, apresentando solo compactado, impermeabilizado, assim como vegetação esparsa.

Sobretudo, torna-se necessário que o município defina o que considera como infraestrutura verde, para planejar projetos que criem hubs, links e sites efetivos, provendo uma infraestrutura verde eficiente para atuar no combate às mudanças climáticas (Villanova, 2022), sendo que tal definição facilitaria identificar pontos em intervenções futuras acerca da conexão necessária entre áreas verdes na cidade.

Com o desenvolvimento urbano, muitas áreas naturais acabaram sendo suprimidas, e os espaços verdes acabaram por adquirir uma característica fragmentada e esparsa no território, reforçando desse modo a importância de uma infraestrutura verde que reconecte novamente esse verde urbano (Benedict; Mcmahon, 2002). Não obstante, indaga-se de que maneira um maior investimento municipal na interligação entre as áreas verdes poderia auxiliar São José dos Campos no combate climático, uma vez que o município expressou em seu último PDDI a necessidade da criação de uma infraestrutura verde que promova resiliência urbana, assim como o investimento em medidas ao combate climático.

Como resposta, têm-se o reconhecimento de que a natureza multifuncional da infraestrutura verde permite atuar diante das mudanças climáticas, e proporcionar adicionalmente diversos serviços ecossistêmicos que beneficiam a cidade. Assim sendo, torna-se fundamental inicialmente que o município delineie uma definição para o que virá a considerar como uma infraestrutura verde, preferencialmente traçando estratégias que interconectem áreas verdes já existentes, a fim de formar uma rede de infraestrutura verde coerente e robusta. O investimento em ligações (links) entre esses espaços na malha urbana deve ser estruturado com a criação de um planejamento especificamente voltado a esse fim, seja por meio de um novo plano ou programa que tenha por escopo exclusivamente essa finalidade.

A definição daquilo que São José dos Campos considera como infraestrutura verde deve fazer parte de um planejamento robusto, que oriente quais áreas verdes são prioritárias e devem receber as interconexões necessárias para que uma rede de infraestrutura verde seja verdadeiramente alcançada. O órgão municipal deve compreender que interligar áreas verdes a fim de formar uma infraestrutura verde aumenta a resiliência urbana às mudanças climáticas, ao proporcionar principalmente regulagem do clima e controle de inundações. Investir em vegetação urbana contribui com a absorção do calor excessivo que poderia formar ilhas de calor, auxilia na regulação da umidade do ar, facilita a absorção de águas residuais, minimizando a chance de desastres oriundos das alterações no clima. Indo além, a interconexão entre áreas verdes cria corredores ecológicos que promovem a biodiversidade local.

Sobre o cadastramento das árvores urbanas pelo programa Arboriza São José, constata-se que o levantamento do patrimônio arbóreo se constitui de uma ação valiosa para o planejamento de uma infraestrutura verde, pois, uma vez determinada a localização das espécies, torna-se possível efetuar um planejamento de modo a priorizar áreas a se tornarem links. O cadastramento também possibilita priorizar áreas de plantio para a mesma finalidade; todavia, essa deve ser uma medida adotada em um planejamento abrangente para criação de uma infraestrutura verde.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conceber uma infraestrutura verde implica na conceptualização de hubs, links e sites pelo território. Áreas verdes projetadas e elaboradas dessa perspectiva emergem como possibilidades para a metamorfose das cidades contemporâneas de perfil predominantemente cinza. Surge então, como possibilidades de enfrentamento às mudanças climáticas, a implementação de uma infraestrutura verde para a proteção contra inundações, a mitigação de ilhas de calor urbanas, o sequestro de carbono e a promoção da biodiversidade.

Inicialmente, através da análise cartográfica das áreas verdes em São José dos Campos, constatou-se que estas não apresentam uma configuração espacial de uma infraestrutura verde — não há uma conexão entre elas — sendo que grande parte se distribui de forma esparsa no meio urbano. Um investimento em novas áreas verdes (em especial em localidades densamente impermeabilizadas) deve ser priorizado, superando as poucas ou inexistentes interconexões que existem atualmente.

Identificou-se também a urgência do município em estabelecer um estudo detalhado e uma determinação própria para o que considera como infraestrutura verde, a qual deve ser incluída em um plano específico que delineie as áreas verdes prioritárias a receberem interconexões. Uma rede de infraestrutura verde só poderá ser idealizada se hubs, links e sites forem identificados, planejados e sobretudo implementados pelo órgão municipal. Ademais, é imperativo que São José dos Campos direcione recursos para interconexão entre áreas verdes, adotando a perspectiva de que a formulação de links entre espaços abertos como praças e parques deve ser priorizada. Essa conexão pode ser estabelecida por meio de investimentos na arborização de vias (estabelecendo, assim, corredores verdes ou greenways), bem como através da instauração de novos parques lineares.

No entanto, é fundamental destacar que a configuração desorganizada destes links não será suficiente para estabelecer uma interligação apropriada entre as áreas verdes. Novos estudos cartográficos necessitam ser efetuados e estratégias para a implementação de novos espaços verdes precisam ser esboçadas. Acresce-se ainda que o cadastramento de espécies arbóreas pelo programa Arboriza São José surge como oportunidade valiosa para estabelecer as ligações necessárias entre as áreas verdes.

A análise realizada em São José dos Campos revela um cenário no qual a infraestrutura verde não está plenamente desenvolvida ou integrada, destacando-se a ausência de uma rede coesa de áreas verdes urbanas. Essa lacuna aponta para a necessidade crítica de políticas públicas que priorizem tanto o investimento quanto a valorização de infraestrutura verde como mecanismo-chave no combate às mudanças climáticas.

O investimento público deve ser direcionado não apenas à criação de novas áreas verdes, mas também ao estabelecimento de uma estrutura que promova a conectividade ecológica, permitindo que a infraestrutura verde funcione como uma rede integrada, capaz de oferecer proteção contra eventos climáticos extremos, promover a biodiversidade e facilitar o sequestro de carbono.

Esse esforço requer um compromisso abrangente do município em reconhecer e implementar infraestrutura verde como uma prioridade no planejamento urbano, assegurando a alocação de recursos necessários para o seu desenvolvimento e manutenção. Outrossim, a promoção de uma infraestrutura verde tem um impacto profundo na qualidade de vida das populações, especialmente aquelas em situações de vulnerabilidade socioambiental. Em áreas urbanas densamente impermeabilizadas, a infraestrutura verde pode oferecer a redução de ilhas de calor, melhoria da qualidade do ar e diminuição do risco de inundações.

Desse modo, o investimento em infraestrutura verde representa uma estratégia vital para construir cidades mais equitativas, sustentáveis e preparadas para enfrentar os desafios das mudanças climáticas, priorizando o bem-estar de toda a população

Por fim, São José dos Campos demonstrou em seu Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado a busca por um desenvolvimento resiliente baseado na natureza, ou seja, pela implementação de infraestrutura verde no enfrentamento às mudanças climáticas. Isso denota que de maneira incipiente o município vislumbra as possibilidades de alavancar os benefícios em serviços ecossistêmicos oriundos de uma infraestrutura verde, todavia, ainda necessita investir nessa direção, delineando novas estratégias que contemplem um planejamento voltado à implementação de infraestrutura verde urbana.

Referências

S ALMEIDA, L. de; LOMBARDI, L. A. Análise ambiental de impactos climáticos: estudo de caso do tornado na região de São Roque/SP.2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Roque, 2019.

BENEDICT, M. A; MCMAHON, E.T. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. 2002. Disponível em: http://www.sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf. Acesso em: 17 jul. 2019.

BONZI, R. S. Andar sobre Água Preta: a aplicação da infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

BOSCOLO, D.; FERREIRA, P. A.; LOPES, L. E. Da matriz à matiz: em busca de uma abordagem funcional na Ecologia de Paisagens. Filosofia e História da Biologia, v. 11, n. 2, p. 157-187, 2016.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/itemlist/category/61-areas-verdes-urbanas.html. Acesso em: 10 jun. 2022.

DEPIETRI, Y; MCPHEARSON, T. Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In: KABISH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice. Alemanha: Springer, cap. 6, p. 91-109, 2017.

EDUARDO, A. C. P. Utilização dos pressupostos da ecologia da paisagem para a compreensão da distribuição de seus elementos. In: Reencontro de Sabetes Territoriales Latinoamericnos. Anais eletrônicos. Lima: Encontro de Geógrafos da América Latina, 2013. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Teoriaymetodo/Conceptuales/06.pdf. Acesso em: 10 jan. 2021.

FARIAS, A. S.; MARCON, J. P.; SCHMITT, D. P.; SIEBENEICHLER, K. M. Infraestrutura urbana sustentável: conceitos e aplicações sob a perspectiva do arquiteto e urbanista. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.25, n.36, p. 164-205, 2018.

FRANCO, M. A. R. Infraestrutura Verde em São Paulo: O Caso do Corredor Verde Ibirapuera-Villa Lobos. Rev. LABVERDE, São Paulo, v.1, n.1, p. 134-155, 2010.

GREEN CLIMATE FUND. Resource mobilisation. 2020. Disponível em: https://www.greenclimate.fund/about/resource-mobilisation/irm. Acesso em: 22 nov. 2022.

HERZOG, C. P. Cidades para todos. Rio de Janeiro: Mauad Editora Ltda, 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Pachauri, R.K e Reisinger, A. (Eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva, Switzerland, 104 pp.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Extended version: Global Research and Action Agenda on Cities and Climate Change Science. 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/Research-Agenda-Aug-10\_Final\_Long-version.pdf. Acesso em: 16 maio 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6) Genebra: IPCC, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. O que é IPCC? Ano 4. Edição 34, 2007.

KOPPEROINEN, L.; ITKONEN, P.; NIEMELA, J. Using expert knowledge in combining green infrastructure and ecosystem services in land use planning: an insight into a new place-based methodology. Landscape Ecol, n. 29, p. 1361–1375, 2014.

KOWE, P. et al. A quantitative framework for analysing long term spatial clustering and vegetation fragmentation in an urban landscape using multi-temporal landsat l. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, v. 88, p. 102057, 2020.

LEITE, J. C. Controvérsias na climatologia: o IPCC e o aquecimento global antropogênico. Scientiae Studia, v. 13, p. 643-677, 2015.

MADUREIRA, H. Infraestrutura verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade. Revista da Faculdade de Letras – Geografia – Universidade do Porto. v. I, p. 33-43, 2012.

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

MARTINS, R. D.'A.; FERREIRA, L. C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local? Revista de Administração Pública, v. 45, p. 611-641, 2011.

MEJÍA, C.V.; SHIROTOVA, L.; ALMEIDA, I. F. M. Green Infrastructure and German Landscape Planning: A Comparison of Approaches. Urbani izziv, v. 26, p. 25-37, 2015.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? Biota Neotrop, Campinas, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001 . Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S1676-06032001000100006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 11 jan. 2021.

PELLEGRINO, P. Pode-se planejar a Paisagem? Paisagem e Ambiente, n.13, p.159-180, 2000.

PETRIŞOR, A. et al. Assessing the fragmentation of the green infrastructure in Romanian cities using fractal models and numerical taxonomy. Procedia Environmental Sciences, v. 32, p. 110-123, 2016.

PLATAFORMA INTERGOVERNAMENTAL SOBRE BIODIVERSIDADE E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS - IPBES. Relatório de Avaliação Global sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos. Bonn: IPBES, 2019. Disponível em: https://ipbes.net/global-assessment. Acesso em: 27 jun. 2023.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado PDDI, 2018. Disponível em: http://planodiretor.sjc.sp.gov.br/home. Acesso em: 22 jun. 2023.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Prefeitura Municipal de São José dos Campos. São José em Dados 2016. Disponível em: http://servicos2.sjc.sp.gov.br/media/667370/sjdados\_2016.pdf. Acesso em: 6 set. 2019.

SIEBERT, C. Mudanças climáticas e resiliência urbana. In: XV ENANPUR - Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2013, Recife. Anais... Recife: UFPE, 2013.

UY, P. D.; NAKAGOSHI, N. Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam. Urban Forestry & Urban Greening, v. 7, n. 1, p. 25-40, 2008.

SILVA, S. R. A contribuição da infraestrutura verde para as cidades.2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Escola Politécnica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

VILLANOVA, L. B. ÁREAS VERDES COMO INFRAESTRUTURA VERDE EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS- SP. 2022. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2022.

WEISS, R; Maté, C; Micheleti, T. Santiago, A. G. Caracterização e quantificação das áreas verdes a partir do uso de SIG e métricas espaciais em Florianópolis-SC. In: IX Colóquio Quapá Sel, 2014.

1. Doutoranda em Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos campos-SP, Brasil. luanab.villanova@gmail.com. Agradecimentos ao fomento da pesquisa pela CAPES [↑](#footnote-ref-1)
2. Doutorando em Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos campos-SP, Brasil. jmoacir.sv@gmail.com [↑](#footnote-ref-2)
3. Docente em Planejamento Urbano e Regional, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos campos-SP, Brasil. angelica.toniolo@univap.br [↑](#footnote-ref-3)
4. SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Página on-line oficial da prefeitura, assim como por meio de solicitações por atendimento telefônico. [↑](#footnote-ref-4)