



O papel das florestas urbanas como reguladora da qualidade do ar frente aos efeitos das mudanças climáticas

Leda Maria de Almeida Nelo

Doutoranda em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE, Brasil

leda.nelo@uni9.edu.br

<https://orcid.org/0000-0003-0049-797X>

Lucas Andrés Quintero Velásquez

Doutorando em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE, Brasil

Lucas.quinterov@uni9.edu.br

<https://orcid.org/0009-0007-3787-6793>

Luanne Gabriela Barbosa Pereira

Mestranda em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, UNINOVE, Brasil

luannepereira@uni9.edu.br

<https://orcid.org/0009-0006-7270-9539>



O papel das florestas urbanas como reguladora da qualidade do ar frente aos efeitos das mudanças climáticas

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, buscar sintetizar as evidências sobre as contribuições do principal componente da infraestrutura urbana para a regulação da qualidade do ar frente aos efeitos das mudanças climáticas. É um estudo exploratório com abordagem qualitativa, adotando a revisão bibliográfica, em que as buscas foram realizadas pelas plataformas de bancos de dados Web of Science, ScienceDirect e Portal Capes. As florestas urbanas são essenciais à regulação climática, ao sequestro de carbono e a melhor da qualidade ambiental, diminuição da poluição atmosférica, contribuindo para o bem-estar da população. A revisão realizada evidencia que seus benefícios são amplamente reconhecidos, mas que persistem nos desafios relacionados à escolha de espécies, às condições de ventilação e à morfologia urbana, fatores que influenciam diretamente a dispersão de poluentes. Destaca-se ainda que a concentração de estudos em grandes centros do Norte Global, indicando a necessidade de ampliar investigações em contextos latino-americanos. Este estudo revela que as florestas urbanas são reconhecidas como componente decisivo da infraestrutura verde ou no sistema sociológico das cidades. Reforça-se assim, a relevância das florestas urbanas para o cumprimento das ODS 11, 13 e 15 para o desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Arborização urbana. Mudanças climáticas. Qualidade do ar.

The role of urban forests in regulating air quality in the face of the effects of climate change

ABSTRACT

This study aims to synthesize evidence on the contributions of the main component of urban infrastructure to air quality regulation in the face of climate change effects. It is an exploratory study with a qualitative approach, adopting a literature review, in which searches were carried out on the Web of Science, ScienceDirect, and Portal Capes databases. Urban forests are essential for climate regulation, carbon sequestration, and environmental quality improvement, reducing air pollution and contributing to population well-being. The review shows that their benefits are widely recognized, but challenges persist regarding species selection, ventilation conditions, and urban morphology, factors that directly influence pollutant dispersion. It is also highlighted that the concentration of studies in major centers of the Global North indicates the need to expand research in Latin American contexts. This study reveals that urban forests are recognized as a decisive component of green infrastructure or within the sociological systems of cities. Thus, it reinforces the relevance of urban forests for achieving SDGs 11, 13, and 15 for sustainable development.

KEYWORDS: Urban forestry. Climate change. Air quality.



El papel de los bosques urbanos como reguladores de la calidad del aire frente a los efectos del cambio climático

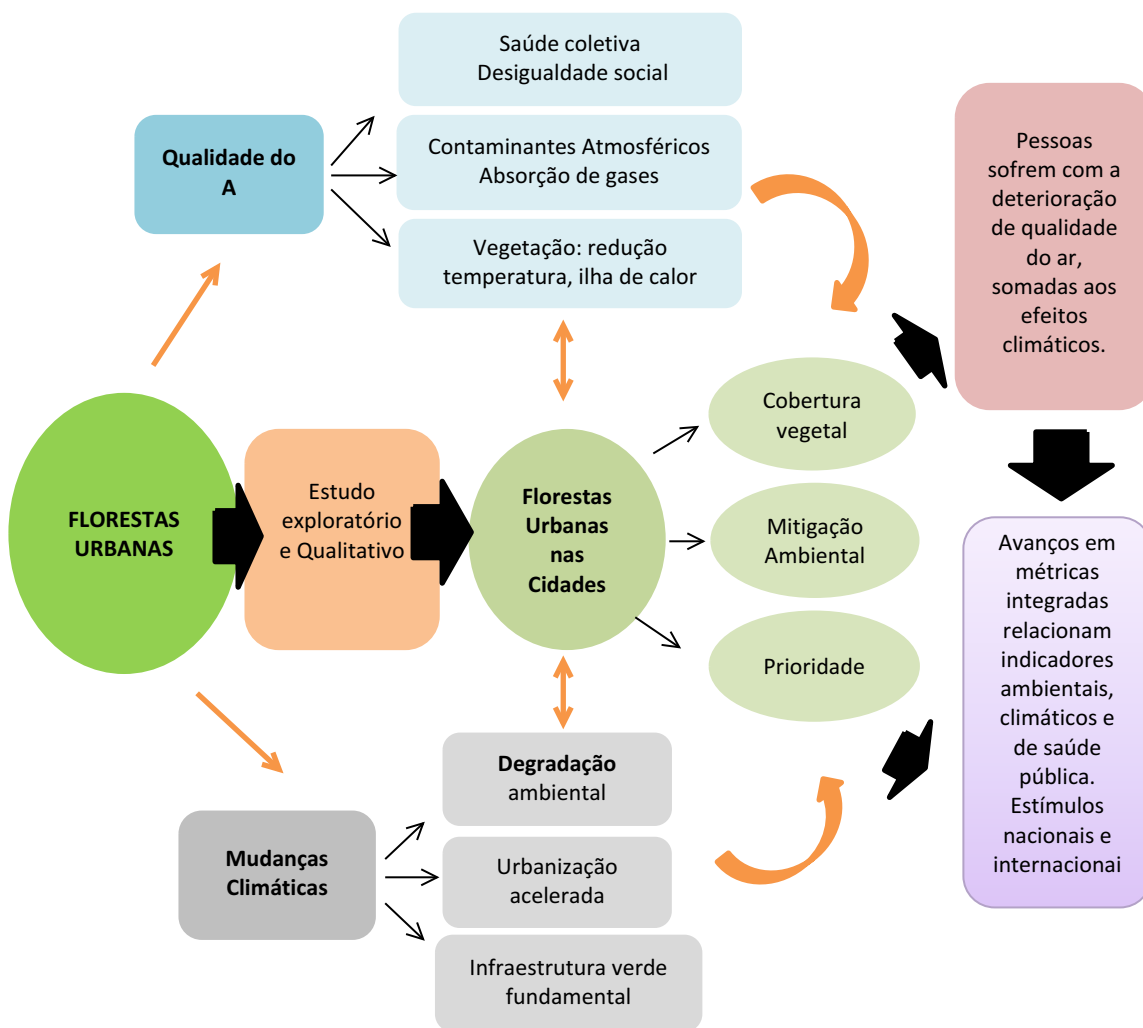
RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo sintetizar las evidencias sobre las contribuciones del principal componente de la infraestructura urbana a la regulación de la calidad del aire frente a los efectos del cambio climático. Se trata de un estudio exploratorio con enfoque cualitativo, que adopta la revisión bibliográfica, en la que las búsquedas se realizaron en las bases de datos Web of Science, ScienceDirect y Portal Capes. Los bosques urbanos son esenciales para la regulación climática, el secuestro de carbono y la mejora de la calidad ambiental, reduciendo la contaminación atmosférica y contribuyendo al bienestar de la población. La revisión realizada evidencia que sus beneficios son ampliamente reconocidos, pero que persisten desafíos relacionados con la selección de especies, las condiciones de ventilación y la morfología urbana, factores que influyen directamente en la dispersión de contaminantes. También se destaca que la concentración de estudios en grandes centros del Norte Global indica la necesidad de ampliar las investigaciones en contextos latinoamericanos. Este estudio revela que los bosques urbanos son reconocidos como un componente decisivo de la infraestructura verde o dentro del sistema sociológico de las ciudades. De este modo, se refuerza la relevancia de los bosques urbanos para el cumplimiento de los ODS 11, 13 y 15 en favor del desarrollo sostenible.

PALABRAS CLAVE: Arborización urbana. Cambio climático. Calidad del aire.



RESUMO GRÁFICO





1 INTRODUÇÃO

À medida que as cidades se expandem para abrigar a parcela crescente da população global, a porcentagem de área florestal sob a influência dos efeitos interativos da urbanização e da fragmentação aumentará (Nowak; Walton, 2005; Seto et al., 2012). Entender como esses fatores interagem é essencial para nossa compreensão da ecologia florestal urbana, para prever a futura composição, estrutura e função das florestas urbanas e para informar a gestão desses ecossistemas altamente cobijados.

Assim, as cidades constituem sistemas complexos nos quais pequenas variações podem gerar impactos desproporcionais sobre a saúde pública e o bem-estar coletivo. De fato, um incremento da contaminação por partículas pode ocasionar um aumento desmesurado das entradas em um centro hospitalar por síndromes respiratórias ou alergias, demonstrando a não linearidade e a imprevisibilidade típica desses sistemas (Figueroa Clemente e Figueroa Luque, 2021, p. 70). Portanto, reconhecer essa dinâmica é fundamental para compreender a interdependência entre os diferentes subsistemas urbanos e, consequentemente, para justificar a incorporação da infraestrutura verde como elemento regulador.

As florestas urbanas são reguladoras do clima regional e do meio ambiente. Contribui para o sequestro de carbono e mitigação do aquecimento global. Desempenha um papel fundamental na melhoria do ambiente urbano. Fornece diversos serviços ecológicos, sociais, estéticos e saúde para a população urbana, como mitigação do calor urbano, ajuda reduzir as ilhas de calor, inundações e melhoria da qualidade do ar (Paschalis et al., 2021; Manoli et al., 2019). Além dos benefícios para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

As árvores urbanas são essenciais para a promoção dos serviços ambientais nas cidades, segundo lungman et al. (2023) e Sheikh et al. (2023), as florestas urbanas são amplamente reconhecidas como importantes na infraestrutura urbana para alcançar e mitigar os muitos problemas ambientais e de saúde. E ainda, são reconhecidas pelo Conselho da Agenda Global do Fórum Econômico Mundial sobre o Futuro das Cidades pelo grande potencial de sustentabilidade e pelas iniciativas para adaptação às mudanças climáticas (Huang, 2022).

Considera-se um instrumento notável para redução da poluição do ar nas cidades. Ainda assim, a poluição do ar é um dos principais fatores de risco à saúde no mundo. Segundo a OMS (2016), é responsável por mais de sete milhões de perdas de vidas anualmente, que utiliza como medidor de poluição o material particulado (PM_{2.5}), padrão global usado para o monitoramento da qualidade do ar.

Neste contexto, existe uma relação significativa entre poluição do ar e a textura urbana, apurando-se que as árvores removem poluentes atmosféricos e material particulado, e no que diz respeito ao conforto térmico e qualidade do ar para os padrões da paisagem e poluição do ar, fazem parte da urbanização sustentável (Roy et al., 2012; Bereitschaft; Debbage, 2013). Cidades de todo o mundo têm adotado as florestas urbanas como forma de manter cidadãos saudáveis, bem como as sadias condições ambientais e econômicas (Jiang et al., 2015), e manter a regularidade da qualidade do ar em seus territórios.



Os ambientes urbanos são ferramentas com potencial valioso para se visualizar o impacto das mudanças climáticas em escala global. Como locais icônicos, as cidades estão associadas a conjuntos distintos de condições ambientais. Dessa forma, mudanças nas condições climáticas podem proporcionar estratégias eficazes para lidar com os impactos das mudanças climáticas e seus efeitos (Bastin et al., 2019).

A capacidade das árvores urbanas de remover emissões de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera as torna imprescindíveis para o enfrentamento e efeitos das mudanças climáticas (Hui; Liu, 2013).

O papel essencial das florestas urbanas e das árvores urbanas de um modo geral na mitigação dos efeitos adversos das mudanças do clima global, demonstra em vários aspectos que as árvores podem desempenhar funções ecológicas suficientemente para tornar o ar urbano compensador (Lal; Augustine, 2012; Nowak et al. 2013).

Para alguns autores, as florestas urbanas em forma de arborização urbana podem não mostrar o resultado esperado em todo seu desempenho, pois a morfologia urbana, as condições do vento e as escolhas das espécies certas também são importantes para o seu desenvolvimento em qualquer espaço urbano (Sabatino et al., 2015), inclusive para consolidar a importância dos planos de arborização urbana nas cidades.

Aumentar o plantio de árvores com potencial de mitigação em pontos de poluição do ar, e que não possuem arborização (Grote et al., 2016). Qualquer aumento de florestas urbanas é desejável e contribuirá para diminuir os problemas de poluição. Mas, a falta de priorização da preservação das árvores pelas governanças públicas, a inclusão de árvores pelos tomadores de decisão nas políticas ambientais é uma negligência de forma generalizada dos custos que colocam em questão o efeito das florestas urbanas na qualidade ambiental (Fang et al., 2025).

Pesquisas realizadas em Medellín-Colômbia, demonstram que a eficácia dos serviços ecossistêmicos prestados pelas florestas urbanas depende não apenas da quantidade de árvores, mas também da escolha adequada das espécies e do desenho da vegetação. Árvores com copas densas, folhagem permanente e elevada área foliar, bem como arranjos que funcionem como barreiras laterais densas e porosas, são mais eficientes na remoção de poluentes atmosféricos, ao mesmo tempo em que permitem a dispersão vertical dos contaminantes (Arroyave-Maya; Posada-Posada; Nowak; Hoehn, 2018, p. 13).

Por isso a arborização urbana exige mais do que o simples plantio de árvores: demanda a escolha de espécies com características adequadas para capturar poluentes e suportar as condições adversas das cidades. Somente assim é possível assegurar que a cobertura vegetal cumpra sua função de filtrar o ar e contribuir para a melhoria da saúde pública, mitigando os efeitos da poluição atmosférica.

Por exemplo, na Colômbia “A floresta urbana no vale do Aburrá remove aproximadamente 228 toneladas de poluentes atmosféricos por ano, o que equivale a um valor monetário de US\$ 2.130.136. Para a otimização deste serviço ecossistêmico, é necessário selecionar espécies arbóreas com características que facilitem a remoção (copa densa, folhagem permanente, alta área foliar, superfícies foliares cerosas e pubescentes) e desenhos florísticos que constituam uma barreira lateral densa e porosa, mas que ao mesmo tempo



permitam a dispersão vertical dos contaminantes. ” (Arroyave-Maya; Posada-Posada; Nowak; Hoehn, 2018, p. 13).

Ademais, ainda há dificuldade em avançar na transição para uma sociedade mais saudável, inclusiva e equitativa. As premissas da Agenda 2030 enfatizam a necessidade de integrar alternativas sustentáveis às práticas tradicionais, a fim de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Ferreira et al., 2024), entre os quais se destacam o ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis, o ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima e o ODS 15 – Vida terrestre.

Portanto, diante do papel das florestas urbanas na melhoria da qualidade ambiental e na promoção da saúde e do bem-estar, torna-se relevante a investigação sobre seus benefícios, desafios e limitações no contexto urbano. Nesse sentido, fundamentando-se em estudos científicos prévios, o presente trabalho tem por objetivo buscar sintetizar as evidências sobre as contribuições do principal componente da infraestrutura urbana para a regulação da qualidade do ar, a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e o fortalecimento de estratégias de sustentabilidade alinhadas aos ODS.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 As Florestas Urbanas nas Cidades

Entende-se por floresta urbana toda cobertura vegetal situada dentro do perímetro urbano, podendo ser de domínio público ou particular e se divide em áreas verdes e arborização de ruas (Biondi, 2015). Compreende-se, que são as árvores plantadas em calçadas, parques, praças, jardins, quintais, estacionamentos, cemitérios e bosques urbanos, mesmo que estejam localizadas em áreas suburbanas e periurbanas (Araujo; Araujo, 2011).

Nas cidades, as florestas desempenham um papel importante na mitigação de problemas ambientais decorrentes da elevada poluição atmosférica, do efeito de ilha de calor urbana e do escoamento de águas pluviais, além de suportarem as condições adversas impostas pelo ambiente construído (Berland et al., 2017; Derby Lewis et al., 2019; Alonzo et al., 2021). Ao mesmo tempo as florestas urbanas são frequentemente as mais suscetíveis à influência humana, que ameaça os serviços ecossistêmicos que prestam, por sofrerem maior exposição à poluição por material particulado, à deposição de nitrogênio, à luz artificial, ao estresse hídrico e ao estresse térmico (Czaja et al., 2020).

Manter e expandir a cobertura florestal urbana é uma prioridade fundamental para muitas, que segundo Hartigan et al. (2021) e Treglia et al. (2022), a natureza fragmentada e o alto risco biológicos apresentam desafios para quantificar os serviços ecossistêmicos fornecidos pelas florestas urbanas e prever suas contribuições futuras.



2.2 Qualidade do Ar Urbano

Muitos municípios vivem atualmente uma convergência de crises: urbanização acelerada, degradação ambiental e impactos crescentes das mudanças climáticas. Entre os principais desafios está a deterioração da qualidade do ar, que afeta diretamente a saúde coletiva e amplia desigualdades sociais. Nesse contexto, as florestas emergem como uma infraestrutura verde estratégica, capaz de mitigar poluentes atmosféricos e aumentar a resiliência das comunidades e natureza.

O estudo de Arroyave-Maya et al. (2019), desenvolvido no Vale de Aburrá, demonstra que a cobertura arbórea remove anualmente cerca de 228 toneladas de contaminantes atmosféricos. Essa capacidade inclui a retenção de partículas inaláveis ($PM_{2.5}$ e PM_{10}) e a absorção de gases como ozônio, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre. Esses resultados confirmam que, mesmo em contextos urbanos densos e poluídos, a vegetação atua como filtro ecológico essencial.

Além da quantificação física atribuem valor econômico superior a dois milhões de dólares por ano a esses serviços ambientais. Esse montante corresponde a custos evitados em saúde pública e ganhos sociais indiretos, vinculados à redução de sintomas respiratórios e hospitalizações. Os autores sublinham que tal contribuição equivale a até 9,3% das emissões industriais de $PM_{2.5}$ da região, revelando impacto concreto na mitigação da poluição (Arroyave-Maya et al., 2019).

Em escala global, Nowak (2020) argumenta que os efeitos das árvores urbanas não se restringem à captura direta de poluentes. O autor demonstra que a vegetação reduz a temperatura do ar, atenua ilhas de calor urbanas e diminui a demanda energética de edificações, evitando emissões adicionais de fontes energéticas fósseis. Essa abordagem evidencia que as florestas urbanas operam como elementos multifuncionais de saúde ambiental.

A literatura também aponta para limites e desafios do manejo da infraestrutura verde. Nowak (2020) destaca que certas espécies emitem compostos orgânicos voláteis (COV), que podem contribuir para a formação de ozônio troposférico em condições específicas. Da mesma forma, árvores mal posicionadas em cânions urbanos podem reduzir a dispersão de poluentes.

A experiência do Vale do Aburrá exemplifica a necessidade de políticas integradas. Arroyave-Maya et al. (2019) sugeriram ampliar a cobertura arbórea, fortalecer a conectividade ecológica e compensar perdas de vegetação em áreas críticas. Essas medidas não apenas reduzem a concentração de poluentes, mas também reforçam a adaptação climática urbana frente a eventos extremos. As evidências regionais dialogam diretamente com o chamado internacional para maior integração da infraestrutura verde, nas estratégias de mitigação e adaptação climática.

Do ponto de vista da justiça ambiental, as florestas representam mais do que benefícios ecológicos, configuram-se como instrumentos de equidade social. Comunidades vulneráveis, frequentemente mais expostas a fontes de poluição, podem ser diretamente



favorecidas pelas políticas de arborização urbana. Nesse sentido, integrar ciência, governança e participação comunitária é essencial para maximizar os efeitos positivos.

Dessa forma, as florestas urbanas possuem papel regulador vital na qualidade do ar, na resiliência climática das cidades. Estudos como o de Arroyave-Maya et al. (2019) e Nowak (2020) fornecem evidências robustas de que a vegetação urbana reduz a poluição, melhora a saúde pública e contribui para a mitigação das mudanças climáticas. Planejar, conservar e expandir os bosques urbanos é, portanto, uma necessidade urgente para garantir cidades mais sustentáveis e justas no século XXI.

2.3 Mudanças Climáticas e Infraestrutura Verde

As cidades contemporâneas enfrentam uma dupla pressão: de um lado, os efeitos adversos das mudanças climáticas, e de outro, a crescente degradação ambiental associada à urbanização acelerada. Nesse cenário, a infraestrutura verde emerge como um eixo estratégico, tanto para a mitigação quanto para a adaptação urbana. A incorporação de bosques urbanos, parques e corredores verdes na gestão territorial, não deve ser entendida como ação opcional, mas como componente irrenunciável de qualquer plano de desenvolvimento sustentável (Figuerola-Luque et al., 2009; Juvillá, 2019).

No âmbito da mitigação climática, os espaços verdes atuam como sumidouros de carbono, absorvendo CO₂ e armazenando-o em biomassa vegetal. Estudos como o de Nowak et al. (2013, 2014) demonstram que os bosques urbanos nos Estados Unidos armazenam centenas de milhões de toneladas de carbono e removem anualmente dezenas de milhões de toneladas de CO₂. Esse efeito é complementado pela redução do consumo energético em edificações, uma vez que a sombra e a evapotranspiração das árvores diminuem a necessidade de refrigeração artificial, evitando emissões adicionais de fontes fósseis. Assim, a infraestrutura verde conecta-se diretamente às estratégias de mitigação urbana, alinhando benefícios ecológicos e econômicos.

No campo da adaptação, a infraestrutura verde reforça a resiliência das cidades frente a eventos extremos. O estudo de Arroyave-Maya, Posada, Nowak e Hoehn (2019) no Vale de Aburrá mostrou que a cobertura arbórea local remove anualmente cerca de 228 toneladas de poluentes atmosféricos, valoradas em mais de dois milhões de dólares em benefícios sociais e de saúde. Além disso, árvores maduras contribuem para regular o ciclo hidrológico urbano, filtrando contaminantes, favorecendo a infiltração de água e reduzindo riscos de inundações (Figuerola-Luque et al., 2019). Essas funções tornam-se ainda mais relevantes diante de cenários climáticos com disponibilidade hídrica limitada.

Os benefícios não se restringem ao ar e à água: as árvores também desempenham papel essencial na regulação térmica. Elas reduzem o efeito da ilha de calor urbano, baixam temperaturas superficiais e criam microclimas mais habitáveis, com impacto direto na saúde pública. De acordo com a Organização Mundial da Saúde – OMS (2016), os espaços verdes urbanos não apenas previnem doenças físicas e mentais, como também favorecem a mobilidade sustentável, promovendo deslocamentos a pé e de bicicleta. Ao integrar



infraestrutura verde ao tecido urbano, as cidades ampliam sua capacidade de oferecer um ambiente saudável e resiliente às populações mais vulneráveis.

Contudo, a eficácia da infraestrutura verde depende de um manejo estratégico e de longo prazo. Nowak (2020) alerta para os desafios relacionados à escolha inadequada de espécies — como emissões de compostos orgânicos voláteis ou impacto negativo em cânions urbanos — e enfatiza a necessidade de planejar a cobertura arbórea considerando tanto as condições atuais quanto os cenários climáticos futuros. A gestão adaptativa deve incluir diversidade de espécies, manutenção preventiva e proteção das árvores maduras, garantindo que os benefícios se sustentem no tempo.

Dessa forma, a infraestrutura verde se consolida como ferramenta fundamental de justiça ambiental e climática. Ela oferece não apenas serviços ecossistêmicos essenciais, mas também condições para uma vida urbana digna, ao melhorar a qualidade do ar, mitigar riscos hídricos e reduzir desigualdades de exposição aos impactos climáticos. Reconhecer as árvores e bosques urbanos como infraestrutura essencial — ao lado de sistemas de transporte e saneamento — é passo indispensável para que as cidades latino-americanas avancem em direção a modelos sustentáveis e resilientes.

2.4 Florestas Urbanas e os ODS 11- 13 -15

As florestas urbanas têm papel fundamental nas funções das ODS, além de contribuir diretamente para os ODS 11 – cidades e comunidade sustentáveis, ODS 13 – Ação climática e ODS 15 – Vida terrestre (Lorenzo-Sáez et al., 2021).

Para a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015) e para os autores Siragusa et al. (2020), os ODS 11-13-15 podem ser classificados em suas metas como; (i) ODS 11: cidades e comunidades sustentáveis- também são conhecidos com o “objetivo urbano”, pelo apelo para tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; (ii) ODS 13: Ação climática – para tornar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos para proteger e promover sumidouros de carbono com as florestas urbanas em ação de mitigação e adaptação às mudanças climáticas; (iii) ODS 15: visa proteger, restaurar e promover a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, de águas interiores e de montanhas.

Do ponto de vista do planejamento e do caráter público, as florestas urbanas são muito significativas por contribuir para a qualidade de vida, além da sua preservação ser de grande valor para a biodiversidade, diminuição do efeito de ilha de calor, aumento da permeabilidade do solo e redução de inundações (Siragusa et al., 2020).

As florestas urbanas contribuem para o ODS 11, ao fornecer os serviços ecossistêmicos essenciais para áreas urbanas, aumentando a resiliência urbana, a qualidade do ar e a habitabilidade (Pauleit et al., 2018).

A contribuição das florestas urbanas para o ODS 13 é uma das implicações mais significativas em escala global, pois, atuam como sumidouros críticos de carbono, sequestrando CO₂ atmosférico, e uma grande estratégia para a mitigação das mudanças climáticas (JF Bastin et al., 2019; BW Griscom et al., 2017; IPCC, 2019). Além disso, aprimorar a



adaptação climática ao proteger as comunidades contra os eventos extremos e construindo resiliência ecológica e social (N Doswald et al., 2014; N Seddon et al., 2020).

Quanto ao ODS 15, as florestas urbanas se integram diretamente e colaboram na proteção, restauração e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres (ONU, 2015), sendo fundamental para combater a desertificação, interromper a degradação da terra e revertendo a perda da biodiversidade (RL Chazdon, 2017; IPBES, 2018).

3 METODOLOGIA

Partindo-se de um estudo exploratório, o trabalho tem abordagem qualitativa. A pesquisa qualitativa aplica-se às interpretações do pesquisador quanto ao meio natural, em que o método permite desvelar novas abordagens, revisão e criação de novos conceitos durante a investigação (Minayo, 2010). As buscas do levantamento bibliográfico foram realizadas nas plataformas de bancos de dados indexadas Web of Science, ScienceDirect e Portal CAPES, que dispõem de periódicos e publicações científicas em escala global. Para identificar o cenário da pesquisa bibliográfica, que utiliza-se das contribuições de referências científicas publicadas, como subsídios para resolução de um problema a ser estudado, com intuito de atualizar, desenvolver o conhecimento, contribuir com a realização da pesquisa e que direciona para uma revisão bibliográfica (Gil, 2002; Boccato, 2006; Severino, 2007), foram estrategicamente utilizadas de forma sequencial, as palavras: *urban afforestation AND climate change AND air quality*. E selecionados artigos publicados entre 2018 e 2025, e como critério de escolha consideraram-se tema, palavras-chave e resumo. Para a análise dos dados, foram selecionados nove artigos (Quadro 1), a fim de obter um resultado satisfatório em relação ao objetivo proposto.

Quadro 1: Artigos científicos selecionados para análise.

TÍTULO	CATEGORIA	PALAVRAS-CHAVE
1) Declining urban and community tree cover in the United States (Nowak e Greenfield, 2018).	Florestas Urbanas	Ecosystem service; Forest monitoring; Impervious surfaces; Tree cover change; Urban forests.
2) Tree and forest effects on air quality and human health in and around urban areas (Nowak e Bosch, 2019).	Florestas urbanas e Qualidade do ar.	Urban forest; Heat island; Air pollution; Ecosystem services; Air temperature.
3) Remoción de contaminates atmosféricos por el bosque urbano en el Valle de Aburrá (Maya et al., 2019).	Qualidade do Ar.	Calidad del aire; Servicios ecostémicos; Silvicultura urbana.
4) State benefits from air quality improvement through urban afforestation in and arid city – A contingent valuation in Mexicali, Baja California, Mexico (Muñoz-Pizza et al., 2020).	Florestas Urbanas e Qualidade do Ar	Air quality; arid cities; contingent valuation; Mexicali; respiratory symptoms; urban afforestation
5) Planting urban trees to improve quality of life? The life satisfaction impacts of urban afforestation (Jones, 2021).	Florestas Urbanas e Qualidade do Ar	Urban afforestation; subjective well-being; life satisfaction; exterminades; environmental quality
6) Ecosystem Services and Air Pollution-Nature's Main Provider Interconnects Forest and Cities to Regulate Air Quality (Carvalho; Szlafsztein, 2022).	Florestas Urbanas e Qualidade do Ar	Air pollution; cities; ecosystem services; environment regulations, green house gase; pollution mitigation; pollution sources; urban forest; urban vegetation, urbanization
7) A detection of street trees and green space: Understanding contribution of urban trees to climate change mitigation (Lian et al., 2024).	Florestas Urbanas e Mudanças Climáticas	Urban trees; carbon stock; street level; remote; sensing; SAM
8) Synergistic effects of urban forest on urban heat island-air pollution-carbon stock in mega-urban agglomeration (Feng et al., 2025)	Florestas Urbanas, Qualidade do Ar e Mudanças climáticas.	Urban forests; surface urban heat island; PM _{2.5} pollution; carbon stock; synergistic effects; urban ecosystem service.
9) The role of urban forests in mitigation of particulate air pollution: Evidence from ground observations in south Korea (Seo et al., 2025).	Florestas Urbanas e Qualidade do Ar	Particulate matter (PM); urban forest; dry deposition; PM decrease efficiency (PMDE); local-scale; forest; forest stands.

Fonte: Autoria própria, 2025.

Foi realizada a revisão bibliográfica do material científico publicado, com a intensão de investigar e compreender o papel das florestas urbanas como reguladora do ar no ambiente urbano e os efeitos frente às mudanças climáticas.



4 RESULTADOS

Os resultados obtidos da análise do levantamento bibliográfico tendo como base os artigos científicos descritos no Quadro 1, indicam que as categorias Florestas Urbanas, Qualidade do Ar e Mudanças Climáticas, aparecem nos títulos de referência de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2: Referência às categorias listadas.

CATEGORIA	TÍTULOS DE REFERÊNCIA
Florestas urbanas	Aparece em todos os títulos
Qualidade do Ar	02, 03, 04, 05, 06, 08. 09 (aparece também como “poluição de ar”)
Mudanças climáticas	07 e 08

Fonte: Autoria própria, 2025.

Ainda de acordo com a análise e os títulos de referência, as altas concentrações de poluentes emitidos nas cidades fazem com que as pessoas sofram com a deterioração da qualidade do ar, somadas aos efeitos das mudanças climáticas. Nesse contexto, as árvores urbanas se apresentam estrategicamente como uma das principais formas de enfrentamento da poluição atmosférica e dos impactos das mudanças climáticas.

Os impactos aumentam à medida que há implantação de árvores urbanas, no sentido de que a satisfação com a vida se torna maior, pois os benefícios monetários para a qualidade de vida passam a ser estimados.

De um modo geral, as florestas urbanas e as árvores resultam na melhoria da qualidade do ar, mas o manejo florestal deve levar em consideração as mudanças do vento induzidas pelas árvores e os efeitos que podem ter na dispersão de poluentes e em suas concentrações.

Além do mais, à medida que a paisagem urbana se transforma, muda-se toda a cobertura arbórea e vegetal, no sentido de que a impermeabilidade do solo, como estradas e construções, pode impactar negativamente o meio ambiente e a distribuição desigual da cobertura arbórea.

Ademais, a literatura recente reforça que o incremento da arborização urbana, além de melhorar a qualidade, reduz desigualdades socioambientais e eleva a satisfação com a capacidade térmica das cidades (Arroyave-Maya et al., 2019; Nowak, 2020; Ferreira et al., 2024).

5 CONCLUSÃO

A análise exploratória permitiu observar que ainda há carência em estudos sobre florestas urbanas em relação à diversidade geográfica e temporal, uma vez que a literatura recente se concentra em grandes centros urbanos e em países do Norte Global. Essa concentração limita a compreensão de dinâmicas específicas em cidades latino-americanas, africanas e de médio porte, onde os desafios de planejamento e governança apresentam



características distintas. Outro aspecto a ser destacado é a ausência de métricas integradas que relacionem diretamente indicadores ambientais, climáticos e de saúde pública. O avanço nessa direção poderá oferecer bases mais robustas para monitorar impactos e orientar políticas de arborização urbana com maior precisão. Torna-se, portanto, necessário ampliar as evidências científicas em instrumentos normativos e operacionais, fortalecendo a articulação entre academia, poder público e sociedade civil. O estímulo a cooperações internacionais e a criação de redes comparativas de monitoramento pode representar um caminho promissor para consolidar a efetividade das florestas urbanas como componente da sustentabilidade urbana em diferentes contextos. Ademais, a implementação e contribuição das florestas urbanas no ambiente urbano é fundamental para a consolidação das ODS nos territórios.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, Edson Alves de et al. Impacto da conversão floresta-pastagem nos estoques e na dinâmica do carbono e substâncias húmicas do solo no bioma Amazônico. **Acta amazônica**, v. 41, p. 103-114, 2011.
- ARROYAVE-MAYA, Andrea C.; POSADA, Carlos A.; NOWAK, David J.; HOEHN, Robert. Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia Forestal*, Bogotá, v. 22, n. 1, p. 5-16, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14483/2256201X.13595>.
- ASSEMBLY, UN General et al. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.
- BASTIN, Jean-François et al. O potencial global de restauração de árvores. **Science**, v. 365, n. 6448, p. 76-79, 2019.
- BEREITSCHAFT, Bradley; DEBBAGE, Keith. Forma urbana, poluição do ar e emissões de CO2 em grandes áreas metropolitanas dos EUA. **The Professional Geographer**, v. 65, n. 4, p. 612-635, 2013.
- BERLAND, Adam et al. O papel das árvores na gestão de águas pluviais urbanas. **Landscape and urban planning**, v. 162, p. 167-177, 2017.
- BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo**. Curitiba: FUPEF, 2005. 177 p.
- BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol.** Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.
- CLEMENTE, Manuel Enrique Figueroa. Saúde urbana, bicicletas e árvores. **Hábitat e Sociedade**, n. 13, pág. 47-62, 2020.
- CHAZDON, Robin L. et al. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. **Ambio**, v. 45, n. 5, p. 538-550, 2016.
- CZAJA, Monika; KOŁTON, Anna; MURAS, Piotr. A complexa questão das árvores urbanas — Acúmulo de fatores de estresse e possibilidades de serviços ecológicos. **Forests**, v. 11, n. 9, p. 932, 2020.
- DERBY LEWIS, Abigail et al. A natureza precisa das cidades? Polinizadores revelam o papel das cidades na conservação da vida selvagem. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 7, p. 220, 2019.
- DOSWALD, Nathalie et al. Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. **Climate and Development**, v. 6, n. 2, p. 185-201, 2014.
- FANG, Wen et al. Uma avaliação baseada em sensoriamento remoto das tendências temporais globais de carbono acima do solo em florestas urbanas. **Produção e Consumo Sustentáveis**, 2025.
- FERNÁNDEZ MUÑOZ, Ángel Luis; HURTADO TORÁN, Eva. Tornando Madri mais verde... e algo mais. Revisitando o "Projeto Madrid Centro". **Hipótese. Série numerada**, v. 12, pág. 32, 2024.
- FERREIRA, Maurício Lamano et al. Spatiotemporal monitoring of subtropical urban forests in mitigating air pollution: Policy implications for nature-based solutions. **Ecological Indicators**, v. 158, p. 111386, 2024.
- FIGUEROA CLEMENTE, Manuel Enrique; FIGUEROA LUQUE, Enrique (Coord.). La ciudad como sistema complejo en un paisaje de incertidumbre. Sevilla: Universidad de Sevilla, 2021.
- FOHLMEISTER, Sandra et al. **Guiding framework for tailored living lab establishment and concept and demonstrator case study sites, Deliverable 3.1 of the PHUSICOS project, European Union H2020 Programme**. ETH Zurich, 2018.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.



GRISCOM, Bronson W. et al. We need both natural and energy solutions to stabilize our climate. **Global Change Biology**, v. 25, n. 6, p. 1889-1890, 2019.

GROTE, Rüdiger et al. Características funcionais de árvores urbanas: potencial de mitigação da poluição atmosférica. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 14, n. 10, p. 543-550, 2016.

HARTIGAN, Martin et al. Desenvolvendo uma estratégia de floresta urbana metropolitana para uma capital grande, em expansão e densificação: Lições de Melbourne, Austrália. **Land**, v. 10, n. 8, p. 809, 2021.

HUANG, Hsi-Yuan et al. Atualização do miRTarBase 2022: um recurso informativo para interações miRNA-alvo validadas experimentalmente. **Nucleic acids research**, v. 50, n. D1, p. D222-D230, 2022.

IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Geneva, Suíça: IPCC, 2019.

IUNGMAN, Tamara et al. Resfriando cidades por meio de infraestrutura verde urbana: uma avaliação de impacto na saúde de cidades europeias. **The Lancet**, v. 401, n. 10376, p. 577-589, 2023.

JIANG, Xianan et al. Vertical structure and physical processes of the Madden-Julian oscillation: Exploring key model physics in climate simulations. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 120, n. 10, p. 4718-4748, 2015.

LAL, Ankita et al. Desenvolvimento de um protocolo de micropropagação rápida para a conservação de germoplasma de duas espécies de orquídeas: *Aerides multiflora* Roxb. e *Rhynchostylis retusa* (L.) Blume. **Asian J Conserv Biol**, v. 9, n. 2, p. 341-347, 2020.

LORENZO-SÁEZ, Edgar et al. Contribuição das áreas urbanas verdes para a consecução dos ODS. Estudo de caso em Valência (Espanha). **Indicadores Ecológicos**, v. 131, p. 108246, 2021.

MANOLI, Gabriele et al. Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. **Nature**, v. 573, n. 7772, p. 55-60, 2019.

MINAYO, M. C. S. Técnicas de pesquisa: entrevista como técnica privilegiada de comunicação. In: O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

NOWAK, David J.; WALTON, Jeffrey T. Projected urban growth and its estimated impact on the US forest resource (2000–2050). *Journal of Forestry*, Oxford, v. 103, n. 8, p. 383-389, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/jof/103.8.383>.

NOWAK, David J. et al. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. **Environmental pollution**, v. 178, p. 229-236, 2013.

NOWAK, David J.; GREENFIELD, Eric J. The increase of impervious cover and decrease of tree cover within urban areas globally (2012–2017). **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 49, p. 126638, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Saúde para todos*. Genebra: OMS, 2016. Disponível em: <http://www.who.int/algum-documento/saude-2016>. Acesso em: 2 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Saúde para todos*. Genebra: OMS, 2016. Disponível em: <http://www.who.int/algum-documento/saude-2016>. Acesso em: 2 out. 2025.

PANDIT, Ram et al. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. 2018.

PASCHALIS, Athanasios et al. Urban forests as main regulator of the evaporative cooling effect in cities. *AGU Advances*, v.12, n.2, p. e2020AV000303, 2021.



ROY, Sudipto; BYRNE, Jason; PICKERING, Catherine. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. **Urban forestry & urban greening**, v. 11, n. 4, p. 351-363, 2012.

SABATINO, Silvana Di et al. The effects of trees on micrometeorology in a real street canyon: Consequences for local air quality. **International Journal of Environment and Pollution**, v. 58, n. 1-2, p. 100-111, 2015.

SEDDON, Nathalie et al. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 375, n. 1794, p. 20190120, 2020.

SETO, Karen C.; GÜNERALP, Burak; HUTYRA, Lucy R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Washington, DC, v. 109, n. 40, p. 16083-16088, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo, SP: Cortez, 2007.

SHEIKH, Md Chanmiya et al. Monitoramento e remoção de cádmio (II) tóxico de solução aquosa usando adsorvente composto facial à base de ligante. **Journal of Molecular Liquids**, v. 389, p. 122854, 2023.

SIRAGUSA, Alice et al. **Manual europeu para revisões locais voluntárias dos ODS**. 2020.

Sun Hui and Liu Yuanyuan. Analysis of changes in carbon emission intensity and contributing factors in resource-based industries. *Development Research*, No. 5, pp. 42-45, 2013.

TREGLIA, Michael L. et al. Examining the distribution of green roofs in New York City through a lens of social, ecological, and technological filters. **Ecology and Society**, v. 27, n. 3, 2022.

UN, General Assembly. Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development. **Division for Sustainable Development Goals**. New York: World Health Organization, 2015.



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

- **Concepção e Design do Estudo:** A ideia central foi constituída pelos autores Leda Nelo e Lucas Andrés.
- **Curadoria de Dados:** A organização e qualidade dos dados pelas autoras Leda Nelo e Luanne Gabriela.
- **Análise Formal:** As análises dos dados assim como aplicação de métodos específicos foram realizadas pelos autores Leda Nelo e Lucas Andrés.
- **Aquisição de Financiamento:** Pelos três autores.
- **Investigação:** A coleta de dados foi realizada pelos três autores.
- **Metodologia:** O desenvolvimento da metodologia aplicada no estudo foi desenvolvido, pela autora Leda Nelo.
- **Redação - Rascunho Inicial:** Desenvolvida pelas autoras Leda Nelo e Luanne Gabriela.
- **Redação - Revisão Crítica:** Revisão realizada pelo autor Lucas Andrés.
- **Revisão e Edição Final:** Realizada pela autora Luanne Gabriela.
- **Supervisão:** Os três autores.

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **Leda Maria de Almeida Nelo, Lucas Andrés Quintero Velásquez e Luanne Gabriela Barbosa Pereira**, declaramos que o manuscrito intitulado "O Papel das Florestas Urbanas como Reguladora da Qualidade do Ar Frente aos Efeitos das Mudanças Climáticas":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possuímos vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho.
2. **Relações Profissionais:** Não possuímos relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados.
3. **Conflitos Pessoais:** Não possuímos conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nós não temos relação pessoal com pessoas ou grupos "que poderia influenciar a objetividade do estudo"; ou "Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado".