



Sistemas verdes urbanos no Rio de Janeiro: novas perspectivas a partir de multissensores e análise em microescala

Urban green infrastructures in Rio de Janeiro: new perspectives from multisensor approaches and micro-scale analysis

Sistemas verdes urbanos en Río de Janeiro: nuevas perspectivas a partir de enfoques multisensor y análisis a microescala

Felipe Gonçalves Amaral¹, Evelyn de Castro Porto Costa², Patricia Luana Costa Araújo³, Steffi Munique Damasceno dos Reis Vieira⁴, Amanda Lago de Souza Lugon⁵, Mayara do Nascimento Ramos⁶, João Victor Ladeira Silva⁷, João Victor da Silva dos Santos⁸, Rafael Ferreira Rodrigues Teixeira⁹, Laura da Silva Bianchini¹⁰, Matheus Augusto de Souza¹¹ e Carla Bernadete Madureira Cruz¹²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0000-0003-0183-8430, felipeamaral@igeo.ufrj.br

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rua Arízio Gomes da Costa, s/n - Jardim Flamboyant, Cabo Frio - RJ, ORCID 0000-0001-7648-6949, evelyncastroporto@gmail.com

³Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0000-0002-0606-4887, patríciacaraujo@gmail.com

⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0000-0001-6493-3334, steffimunique@gmail.com

⁵Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0004-6735-664X, amanda.lagolugon@gmail.com

⁶Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0007-8445-9642, mayara.igeo@gmail.com

⁷Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0000-0002-8293-9016, ladeiral.joao@gmail.com

⁸Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0004-7331-9175, joao.victor10632@gmail.com

⁹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0006-0998-2145, rafafreteixeira@gmail.com

¹⁰Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0009-0112-9715, laurasbianchini@igeo@gmail.com

¹¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0009-0009-9759-6691, mataugusto1999@gmail.com

¹²Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária, Rio de Janeiro/RJ, CEP: 21941-916, ORCID: 0000-0002-3903-3147, carlamad@gmail.com

Volume

13

Edição

4

*Autor(a) correspondente
felipeamaral@igeo.ufrj.br

Submetido em 22 nov 2025

Aceito em 13 jan 2026

Publicado em 05 fev 2026

Como Citar?

AMARAL, F. G. et al.

Sistemas verdes urbanos no Rio de Janeiro: novas perspectivas a partir de multissensores e análise em microescala. Coleção Estudos Cariocas, v. 13, n. 4, 2026.

DOI: 10.71256/19847203.13.4.200.2025

O artigo foi originalmente submetido em PORTUGUÊS.

As traduções para outros idiomas foram revisadas e validadas pelos autores e pela equipe editorial. No entanto, para a representação mais precisa do tema abordado, recomenda-se que os leitores consultem o artigo em seu idioma original.



This article examines the importance of high spatial resolution mapping in the assessment of Urban Green Systems (UGSs) in Rio de Janeiro, emphasizing the influence of scale on the identification and characterization of intra-urban vegetation. Studies based on coarser spatial resolutions tend to generalize and overlook relevant green fragments, such as street trees, small parks, and private gardens. In contrast, microscale approaches supported by very high spatial resolution data and multisensor techniques provide greater thematic detail and accuracy, enabling more precise diagnostics and supporting evidence-based urban planning actions and public policies.

Keywords: urban green infrastructures, microscale, urban planning, remote sensing

Resumen

Este artículo analiza la importancia de los mapeos de alta resolución espacial en la evaluación de los Sistemas Verdes Urbanos (SVU) en la ciudad de Río de Janeiro, destacando la influencia de la escala en la identificación y caracterización de la vegetación intraurbana. Los estudios basados en resoluciones espaciales más gruesas tienden a generalizar e invisibilizar fragmentos verdes relevantes, como el arbolado urbano, pequeños parques y jardines privados. En contraste, los enfoques de microescala, apoyados en datos de muy alta resolución espacial y técnicas multiesensor, permiten mayor detalle y precisión temática, contribuyendo a diagnósticos más confiables y al apoyo de políticas públicas y planificación urbana.

Palabras clave: sistemas verdes urbanos, microescala, planificación urbana, teledetección



1 Sistemas verdes urbanos e seu arranjo espacial na cidade do Rio de Janeiro

As cidades são constituídas por diversos elementos que, quando articulados, conferem formas, funções e identidades específicas às paisagens urbanas. Entre esses elementos, o verde urbano destaca-se como uma variável essencial na estrutura das cidades ao redor do mundo. Segundo Nucci (2001), os elementos verdes são de extrema relevância e têm se tornado cada vez mais importantes nos sistemas urbanos. Como a única infraestrutura viva da cidade, os espaços verdes resultam da interação entre fatores naturais e humanos (Douglas, 2012; Yang *et al.*, 2014).

Esses espaços desempenham um papel fundamental na melhoria das condições ambientais urbanas e no equilíbrio ecológico dos territórios (Chen; Lang; Li, 2019; Mabon; Shih, 2018). Ao mesmo tempo, constituem importantes símbolos do ambiente urbano, refletindo padrões de vida, formas de apropriação do espaço e desigualdades socioespaciais (Gómez *et al.*, 2010; Kabisch; Qureshi; Haase, 2015; Theano; Tsitsoni, 2011).

No contexto urbano, o verde se manifesta, de modo geral, em duas grandes modalidades. A primeira refere-se aos sistemas de espaços abertos, organizados em manchas de diferentes tamanhos e com predominância de vegetação. São espaços livres cujo elemento central é o verde, atendendo a objetivos ecológicos, estéticos e de lazer, como parques, jardins, cemitérios, alamedas e bosques (Cavalheiro *et al.*, 1999; Nucci, 2001). A segunda modalidade diz respeito às estruturas vegetais de porte arbóreo distribuídas pela malha urbana, como árvores em calçadas, canteiros, separadores de vias, áreas institucionais e quintais privados. Em ambientes altamente antropizados, essas árvores contribuem para estabilizar o microclima, reduzir a poluição atmosférica e sonora, qualificar a paisagem urbana e promover saúde e bem-estar, gerando benefícios sociais, econômicos e políticos (Lima *et al.*, 1994) (Figura 1).



Figura 1: Organograma dos Sistemas Verdes Urbanos. À esquerda, os sistemas verdes naturalizados. À direita, sistemas verdes intraurbanos fragmentados.

Fonte: Autores (2025)

No contexto urbano, os espaços verdes assumem configurações diversas que influenciam diretamente suas funções ecológicas e sociais. Conforme discutido na literatura, é possível distinguir áreas verdes formais, planejadas e regulamentadas, como parques, praças, jardins e bosques urbanos (Cavalheiro *et al.*, 1999; Nucci, 2001; Konijnendijk *et al.*, 2006), e áreas verdes informais ou espontâneas, associadas a terrenos vazios, encostas, margens de rios e processos de regeneração natural (Qureshi *et al.*, 2010). Além dessas categorias, incluem-se os espaços vegetados privados, como quintais residenciais e jardins particulares, que, embora fragmentados e frequentemente invisibilizados no planejamento tradicional, representam parcela significativa do estoque de vegetação em cidades densamente construídas (Goddard; Benton; Dougill, 2010).

Os Sistemas Verdes Urbanos (SVUs), também denominados em inglês como Urban Green Infrastructures (UGI), podem ser definidos como uma rede

estrategicamente planejada de áreas naturais e seminaturais nas cidades (Silveira *et al.*, 2024; Cohen-Shacham *et al.*, 2016). Cabe destacar que o conceito da natureza como infraestrutura verde não se resume a áreas verdes ou espaços abertos, trata-se de uma abordagem multifuncional que concilia a conservação e proteção de recursos naturais com o desenvolvimento urbano e o planejamento de infraestrutura humana (Madalena; Silva, 2021). Esse sistema, que promove uma rede conectada de espaços para a prática das atividades urbanas e convívio das pessoas com a natureza, é constituído por grandes áreas que ancoram o sistema, corredores de conexão entre os ecossistemas e fragmentos de paisagem que podem ou não estar conectados (Benedict; McMahon, 2006; Han; Keeffe, 2020; Harris *et al.*, 2019).

A relevância dos SVUs torna-se central nos debates contemporâneos sobre clima e biodiversidade, especialmente diante da crescente responsabilidade das cidades nos esforços de mitigação e adaptação às mudanças climáticas globais. Os espaços verdes contribuem para a regulação do microclima, reduzindo temperaturas por meio do sombreamento e da evapotranspiração (Dobbs; Escobedo; Zipperer, 2011; Oke *et al.*, 2017), além de atuarem na redução de vulnerabilidades socioambientais, mitigando problemas como poluição do ar, enchentes e estresse térmico (Akbari; Pomerantz; Taha, 2001; Bolund; Hunhammar, 1999; Luederitz *et al.*, 2015; Locke; McPhearson, 2018). Assim, parques, praças, jardins, arborização viária e áreas vegetadas privadas são elementos fundamentais para o equilíbrio ambiental e social das cidades, influenciando diretamente a qualidade de vida e os debates sobre justiça ambiental (Herculano, 2008).

A cidade do Rio de Janeiro apresenta uma configuração físico-ambiental singular, resultante da interação entre um relevo acidentado, uma extensa orla litorânea, amplos maciços florestados e áreas urbanas densamente ocupadas. Essa estrutura territorial é organizada por três grandes conjuntos orográficos que moldam a paisagem carioca: o Maciço da Tijuca, o Maciço da Pedra Branca e a Serra do Mendanha, onde se localizam, respectivamente, o Parque Nacional da Tijuca, o Parque Estadual da Pedra Branca e o Parque Natural Municipal da Serra do Mendanha (Figura 2).

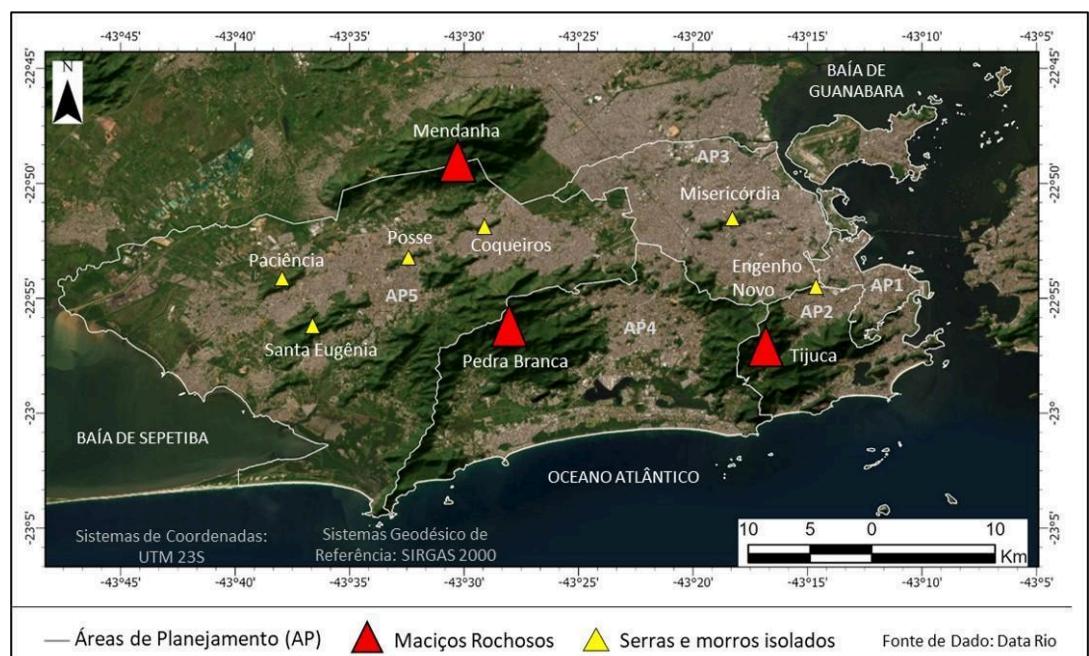


Figura 2: Arranjo espacial dos grandes e pequenos maciços verdes da cidade do Rio de Janeiro
Fonte: Autores (2025)

Além desses maciços, a cidade abriga formações menores, frequentemente chamadas de morros, mas que se configuram como pequenas serras, como a Serra do Engenho Novo, situada entre as Áreas de Planejamento (APs) 2 e 3, e a Serra da Misericórdia, que tem ganhado destaque na mídia em função de questões relacionadas à segurança pública. As seis pequenas serras que compõem o arranjo orográfico da capital fluminense, diferentemente dos grandes maciços, não possuem instrumentos robustos de proteção ambiental. A ausência de planejamento e de medidas legais específicas torna essas áreas particularmente vulneráveis à expansão urbana desordenada e a diversos processos de degradação (Guia, 2013; Araújo *et al.*, 2019).

O arranjo espacial dos SVUs no Rio de Janeiro evidencia uma acentuada assimetria territorial entre regiões com elevada concentração de vegetação e áreas densamente urbanizadas, especialmente na Zona Norte e na Zona Oeste, onde a presença do verde intraurbano tende a se restringir a pequenos fragmentos, praças, canteiros viários e jardins privados. Nessa configuração, o papel desempenhado pelos diferentes tipos de espaços verdes varia significativamente entre as porções da cidade. Grandes unidades de conservação garantem a preservação de florestas urbanas contínuas e a oferta de serviços ecossistêmicos em escala metropolitana, como regulação climática e proteção de recursos hídricos. Já pequenos fragmentos vegetados e a arborização viária assumem importância estratégica em nível local, sobretudo em áreas densamente edificadas, funcionando como elementos essenciais de conectividade e microrregulação ambiental (Figura 3).



Figura 3: Diversidade de Sistemas Verdes Urbanos na Cidade do Rio de Janeiro.
 (a) Vista Chinesa - Parque Nacional da Tijuca, (b) Rua Grajaú - Zona Norte, (c) Praça Saens Peña - Zona Norte, (d) Escola Municipal Francisco Campos - Zona Norte.

Fonte: VisitRio, Autores, Ruas Cariocas e Google Street View.

A Figura 3a, correspondente à Vista Chinesa no Parque Nacional da Tijuca, ilustra um sistema verde naturalizado de grande porte, cuja função ultrapassa o lazer, contribuindo para a regulação microclimática, conservação da biodiversidade e conectividade ecológica. A Figura 3b, na Rua Grajaú, exemplifica a arborização viária em ambiente densamente urbanizado, destacando o papel das árvores de rua na melhoria do conforto térmico, na qualidade do ar e na humanização das paisagens urbanas. Já a Figura 3c, referente à Praça Saens Peña, representa um espaço verde formal, organizado e planejado, inserido em uma área de centralidade, reforçando a função social e recreativa desses espaços no cotidiano urbano. Por fim, Figura 3d, da Escola Municipal Francisco Campos, evidencia a presença de vegetação intraquadra, importantes para ampliar a permeabilidade, reduzir ilhas de calor e diversificar os elementos verdes no tecido urbano. Em conjunto, as imagens ilustram a amplitude e a heterogeneidade dos SVUs, mostrando como diferentes formas de vegetação se integram ao espaço urbano e desempenham funções ambientais, sociais e paisagísticas distintas.

A resposta às questões aparentemente simples – quanto verde há na cidade, onde ele se localiza, em que condições se encontra e se sua distribuição é equitativa – depende de um componente central: o mapeamento e, de maneira inseparável, a escala desse mapeamento. A maior parte dos diagnósticos, zoneamentos e análises de impacto da vegetação nos ambientes urbanos tem se concentrado em grandes parques ou unidades de conservação, utilizando escalas espaciais relativamente abrangentes (Aram *et al.*, 2019; Cao *et al.*, 2010; Derkzen; Teeffelen; Verburg, 2015). Esse enfoque, embora relevante, tende a generalizar os resultados, muitas vezes invisibilizando especificidades locais presentes em pequenos parques, praças, calçadas arborizadas, jardins privados e fragmentos vegetados dispersos.

Tradicionalmente, muitos estudos urbanos são desenvolvidos a partir de análises realizadas em escalas espaciais amplas, apropriadas para avaliação de tendências regionais e para o monitoramento de grandes manchas de vegetação. Embora úteis, essas abordagens apresentam limitações quando se busca compreender processos que se manifestam em escalas geográficas menores, como o quarteirão, a rua ou o lote, onde se expressa a experiência cotidiana da população. Nesse sentido, diagnósticos capazes de representar com maior precisão a configuração e a qualidade das áreas verdes intraurbanas tornam-se essenciais.

No município do Rio de Janeiro, marcado por uma forte diversidade de formas de urbanização e por diferentes arranjos institucionais, a produção de análises detalhadas e metodologicamente consistentes é fundamental para subsidiar políticas públicas e orientar ações de gestão. A escolha da escala analítica, portanto, deixa de ser apenas uma decisão cartográfica e assume caráter político (Castro, 2014), no qual, escalas geográficas muito grandes podem reforçar invisibilidades e desigualdades, enquanto abordagens em escalas geográficas menores permitem identificar déficits, vulnerabilidades e oportunidades de intervenção.

É nesse contexto que se destaca o conceito de microescala, aqui compreendido como o nível de observação e de representação (escalas geográficas muito pequenas e escalas cartográficas muito grandes) que se aproxima da materialidade do espaço vivido como o quarteirão, a rua, o lote e a árvore individual. Nessa escala, tornam-se visíveis processos frequentemente ocultos em análises mais agregadas, como: a permeabilidade real do solo em calçadas, quintais e pequenos espaços livres; o sombreamento efetivo de ruas, praças e fachadas; o impacto térmico de diferentes arranjos de vegetação e materiais de superfície; a conectividade funcional entre pequenos fragmentos, jardins privados e árvores isoladas.

Diagnósticos desse tipo habilitam aplicações práticas, como inventários arbóreos precisos, modelagem de conforto térmico, identificação de áreas prioritárias para arborização, planejamento de corredores verdes e avaliação da contribuição de

jardins privados na mitigação de ilhas de calor. Ao mesmo tempo, reforçam debates sobre justiça ambiental e microclimas urbanos, ao evidenciarem desigualdades na distribuição dos benefícios ecológicos do verde.

Dessa forma, a microescala não é apenas uma alternativa metodológica, mas um enfoque analítico e político, capaz de aproximar o planejamento urbano das condições reais de vida nas cidades, viabilizando decisões públicas mais precisas, inclusivas e territorializadas.

Assim, o objetivo deste artigo é demonstrar o potencial analítico e aplicado do uso de dados de altíssima resolução espacial e abordagens multissensores para a análise em microescala dos sistemas verdes urbanos no município do Rio de Janeiro, discutindo como esses diagnósticos podem subsidiar o planejamento urbano-ambiental.

2 Resolução, escala e multissensores: limites do “ver” e novas possibilidades

Como discutido anteriormente, compreender o verde urbano a partir de diagnósticos confiáveis exige mapeamentos capazes de representar os alvos com o nível de detalhamento adequado. Esse é um dos principais desafios: qual é a escala apropriada? E quais dados devem ser utilizados?

Logo, o avanço das geotecnologias, especialmente o campo do sensoriamento remoto, transformou profundamente a forma como observamos, analisamos e interpretamos as infraestruturas verdes no espaço urbano. Para isso, é importante compreender que o sensoriamento remoto se refere ao conjunto de sensores, equipamentos e processamentos para compreensão de fenômenos a partir do registro e análise das interações entre radiação eletromagnética e substâncias que o compõem (Novo, 2010). A aquisição desses dados varia de acordo com o nível da aquisição, podendo ser terrestre, aéreo (ou suborbital) ou orbital. Quanto ao tipo de produto gerado, os sensores podem ser classificados em imageadores ou não-imageadores. Os primeiros produzem registros derivados da resposta espectral da superfície observada, resultando em imagens passíveis de interpretação e análise. Os segundos, por sua vez, não geram imagens, mas sim medições ou sinais que descrevem propriedades espaciais e geométricas do alvo.

Os sensores imageadores oferecem como produto uma imagem digital que é composta por pixels. Essas imagens possuem características associadas a partir das suas resoluções, que também são adotadas na classificação dos sensores. Segundo Novo (2010), a resolução espacial está associada ao tamanho do pixel e a capacidade de “enxergar” detalhes na superfície terrestre; a resolução espectral, a capacidade do sensor em registrar as respostas de energia em diferentes intervalos de comprimento de onda; a resolução radiométrica, a capacidade do sistema sensor em registrar valores de reflectância/emitância em diferentes tons de cinza; enquanto a resolução temporal, se refere ao tempo de retorno do satélite (ou de um conjunto de satélites em um mesmo ponto).

Todas as resoluções de imagens são importantes de serem consideradas em pesquisas que investigam a superfície terrestre. Dentre essas, a resolução espacial se destaca por estar intimamente relacionada com a escala de representação, bem como, ao nível de detalhamento obtido em uma imagem, permitindo ver, medir e compreender fenômenos em escalas geográficas menores, que demandam maior detalhamento. Entretanto, a capacidade de “ver” o espaço depende diretamente das escolhas de escala de análise e de representação, o que inclui as diferentes resoluções espaciais disponíveis por múltiplos sensores. Essas decisões metodológicas influenciam quais elementos se tornam visíveis ou invisíveis no processo de investigação. Portanto, compreender a relação entre escala, resolução e escolha de dados é fundamental para produzir diagnósticos precisos e alinhados às questões que se deseja responder.

Podemos ver na Figura 4, que ilustra de maneira comparativa o efeito da resolução espacial na capacidade de identificação de elementos verdes intraurbanos, demonstrando como as escolhas são cruciais. As imagens apresentam o mesmo local visualizado em três níveis distintos de detalhamento: alta resolução (tamanho do pixel de aproximadamente 15 cm), resolução intermediária (tamanho do pixel de aproximadamente 3 m) e média resolução (tamanho do pixel de aproximadamente 10 m). Observa-se que, em alta resolução, é possível distinguir com clareza árvores individuais, copas, canteiros e pequenas áreas verdes inseridas na malha urbana, permitindo análises precisas sobre distribuição, conectividade e funcionalidades ecológicas em escala de rua e quarteirão. À medida que a resolução diminui, esses elementos tornam-se progressivamente indistintos, resultando em generalização espacial e perda de informação relevante para diagnósticos urbanos. Pequenas praças, arborização viária e jardins privados, claramente visíveis na resolução submétrica, desaparecem como entidades identificáveis na resolução intermediária e convertem-se em apenas poucos pixels na resolução de 10 m.

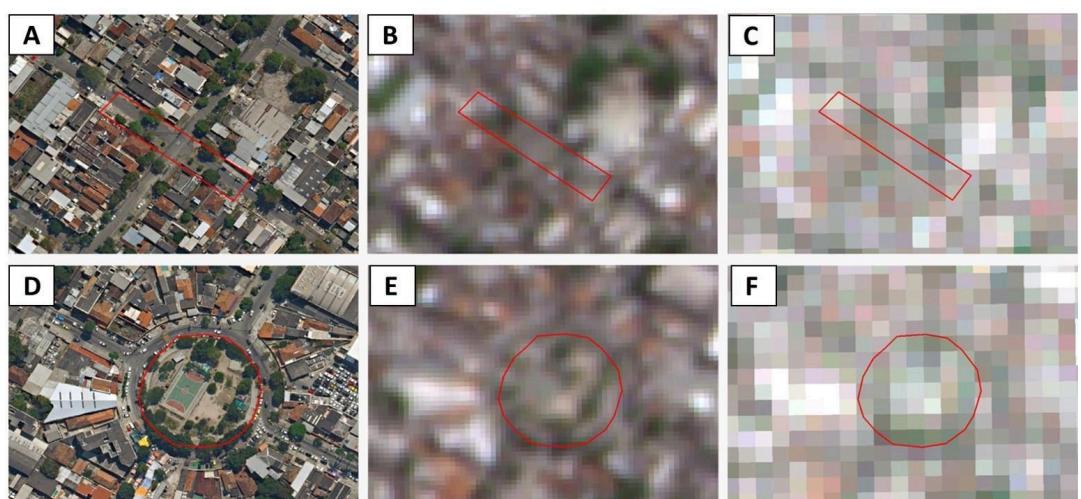


Figura 4: Mudanças de resoluções espaciais na identificação, delimitação e classificação de sistemas verdes urbanos na Região Administrativa da Penha: (a) e (d): imagens de ortofotos (resolução espacial de 0,15m), (b) e (e): imagens Planet (resolução espacial de 3,7m), (c) e (f): imagens Sentinel (resolução espacial de 10m).

Fonte: adaptado de Teixeira (2025).

A figura 4 evidencia como a variação da resolução espacial influencia diretamente a capacidade de detectar, delimitar e classificar os Sistemas Verdes Urbanos (SVUs) na Região Administrativa da Penha. Observa-se que, à medida que a resolução espacial se torna mais menor, ocorre uma perda progressiva de detalhes, o que reduz a precisão na identificação de elementos vegetados menores, fragmentados ou inseridos na malha urbana mais adensada. Enquanto as imagens de altíssima resolução permitem reconhecer formas, limites e estruturas internas dos SVUs com maior fidelidade, as imagens de média e baixa resolução tendem a generalizar padrões, simplificar feições e, por vezes, agrupar diferentes tipos de cobertura em uma mesma classe. Essa comparação ressalta a importância da escolha da resolução adequada ao objetivo do mapeamento.

Esse argumento torna-se ainda mais evidente em Teixeira (2025), que demonstra como mudanças de resolução espacial alteram significativamente a capacidade de identificar, delimitar e classificar diferentes sistemas verdes urbanos. Assim, resoluções de poucos metros ou submétricas (inferiores a 1m) tornam-se essenciais para a correta representação de elementos como árvores isoladas, copas, sombreamento efetivo e pequenos espaços verdes inseridos na malha construída, os quais permanecem invisibilizados quando analisados por resoluções mais amplas.

Nesse sentido, reconhecer as características dos dados é decisivo para produzir diagnósticos mais precisos da cobertura verde intraurbana. A resolução espacial deixa de ser apenas um atributo técnico e passa a constituir um elemento estratégico e político na formulação de perguntas de pesquisa.

É importante destacar que os sensores apresentados pertencem a categorias distintas e, portanto, geram tipos de dados diferentes, o que implica formas também distintas de definir resolução espacial. Nos sensores imageadores, como câmeras embarcadas em drones ou sensores ópticos orbitais, a resolução espacial está diretamente associada ao tamanho do pixel no terreno, conceito amplamente discutido por Novo (2010).

Já em sensores não-imageadores, como o LiDAR, o nível de detalhamento do dado se associa a densidade de pontos obtida durante a varredura, usualmente medida em pontos por metro quadrado. Esse entendimento é consolidado na literatura clássica sobre varredura a laser, especialmente nos trabalhos de Wehr e Lohr (1999) e Baltsavias (1999), que detalham como a estrutura tridimensional da nuvem de pontos depende diretamente da taxa de amostragem espacial do sensor.

Dessa forma, é essencial destacar que seus produtos não são imagens prontas, mas sim estruturas de dados que demandam etapas adicionais de processamento para se tornarem representações espaciais comparáveis às imagens convencionais. É o caso do LiDAR (Light Detection and Ranging), cujas medições são originalmente fornecidas sob a forma de nuvens de pontos, que precisam ser classificadas, interpoladas e modeladas para gerar produtos derivados, como Modelos Digitais de Elevação (MDE) ou superfícies raster. Apenas após essa conversão é possível associá-los a uma imagem digital, com resolução espacial, ou seja, tamanho de pixel associado.

Dessa forma, compreender a natureza do dado produzido por cada sensor é fundamental para interpretar corretamente seus produtos e suas respectivas capacidades de representação do espaço. Nas últimas décadas, o desenvolvimento de plataformas orbitais e aerotransportadas ampliou de forma significativa o leque de dados disponíveis. Imagens de altíssima resolução, ortofotos aeroftogramétricas, mas também sistemas LiDAR, drones e mobile mapping possibilitam hoje alcançar resoluções na ordem de 10 a 20 cm, com grande detalhamento espectral e geométrico e altimétrico. Esse nível de precisão viabiliza aplicações como: identificação de árvores individuais e suas copas; mensuração de sombreamento efetivo em nível de rua; diferenciação de tipologias vegetais (arbórea, arbustiva, herbácea); delimitação de jardins privados, canteiros e interstícios urbanos; extração de informações tridimensionais da vegetação e da forma urbana. E com os avanços essas análises se tornam cada vez mais possíveis.

O uso do LiDAR é um grande exemplo disso. Essa tecnologia permite a aquisição de informações tridimensionais de alta precisão sobre a superfície terrestre por meio da emissão e retorno de pulsos laser. A partir desses retornos, é possível gerar Modelos Digitais de Terreno (MDT) e Modelos Digitais de Superfície (MDS). Cabe destacar que diferentes métodos de classificação, filtragem e interpolação podem ser empregados no processamento dos dados LiDAR para a elaboração desses modelos. Por exemplo, a obtenção de um MDT a partir de dados LIDAR requer a classificação dos pontos que correspondem a objetos acima do terreno para excluir virtualmente tais pontos do MDS inicial (Pacheco *et al.*, 2011).

A Figura 5 ilustra a diferença conceitual entre o MDS e o MDT, destacando sua relevância para análises tridimensionais em ambientes urbanos. O MDS representa a elevação da superfície incluindo todos os elementos existentes — edificações, árvores e demais objetos — correspondendo ao primeiro retorno captado pelas plataformas de aquisição. Já o MDT representa apenas o relevo, após a filtragem desses objetos, refletindo o último retorno ou a cota do terreno natural. A subtração entre ambos (MDS – MDT) gera o Modelo Digital de Alturas, ou nos estudos de

vegetação chamado de MDC (Modelo Digital de Copas), que permite estimar a altura real das feições, como as copas arbóreas. Esse produto é fundamental para aplicações em microescala, como modelagem de sombreamento, cálculo de volume e biomassa da vegetação e avaliação da interação vertical entre tecido construído e estrutura arbórea e na própria análise de estratificação dos sistemas verdes, em árvores, grama e arbustos, por exemplo.

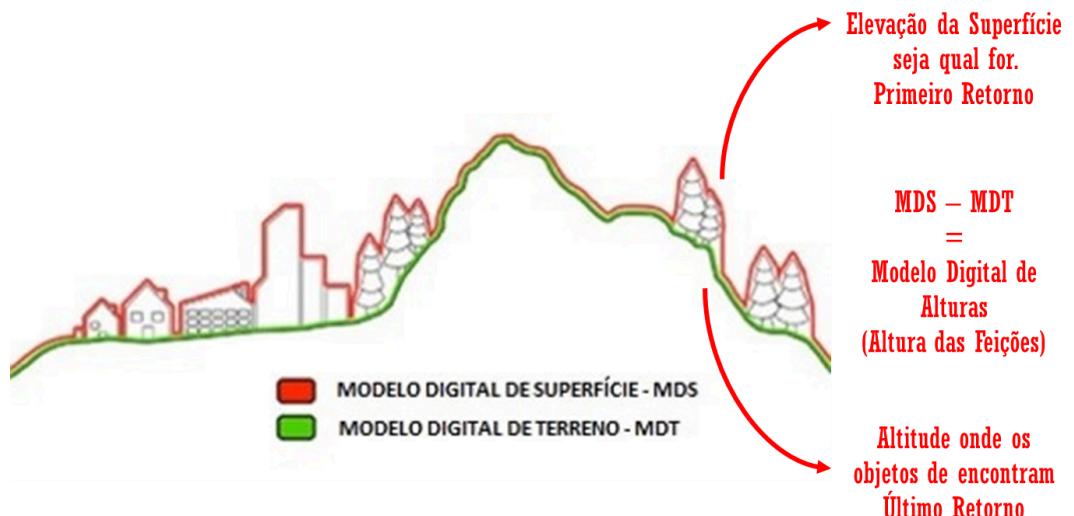


Figura 5: Modelo Digital de Superfície (MDS) e Modelo Digital de Terreno (MDT) e sua diferença, dando origem a Modelos Digitais de Alturas em ambiente urbano.

Fonte: adaptado de CPE Tecnologia

Assim, a integração de diferentes fontes de dados, chamada de abordagem multissensores, tem se mostrado um caminho estratégico para minimizar incertezas e ampliar possibilidades analíticas. A combinação entre dados ópticos, tridimensionais, térmicos, permite modelar sombreamento em diferentes horários, estimar estrutura vertical de vegetação, avaliar formação de ilhas de calor e calcular atributos como altura de copa, biomassa, permeabilidade e conectividade ecológica. Isso exige rigor metodológico, planejamento e validação contínua, mas expande de forma significativa o potencial interpretativo a partir de produtos de sensoriamento remoto.

Em síntese, não existe um sensor ideal universal. A escolha dos dados mais adequados depende do tamanho do alvo, do objetivo do estudo e do tipo de decisão que se deseja apoiar. Para diagnósticos em microescala dados de altíssima resolução espacial e abordagens multissensores tornam-se instrumentos privilegiados, capazes de aproximar os mapas da realidade cotidiana vivida nas ruas, praças e quintais da cidade.

É importante reconhecer, entretanto, que o acesso a dados de altíssima resolução espacial ainda não é democratizado. Custos elevados, limitações temporais e barreiras institucionais restringem seu uso sistemático, sobretudo em municípios com menor recurso técnico e financeiro. Isso reforça a necessidade de políticas públicas que tratem dados espaciais como infraestrutura essencial de planejamento e gestão.

3 O verde do Rio de Janeiro e a importância da microescala

A produção de mapeamentos detalhados da vegetação urbana no Rio de Janeiro é de extrema necessidade, principalmente focando no potencial analítico de dados que a capital fluminense possui. A possibilidade de análise multissensores se torna possível e multifacetada no município, tendo em vista o acervo de ortofotos disponíveis em um período temporal extenso, que evolui para ortofotos falsa-cor,

com a presença do infravermelho próximo (NIR), nos últimos voos realizados (2019 e 2024), além de dados oriundos de nuvens de pontos LiDAR, como MDSs e MDTs.

Ressalta-se que a prefeitura do Rio de Janeiro possui em sua base de dados um mapeamento da cobertura e uso da terra para o ano de 2018, em que é possível observar uma legenda abrangente e bem detalhada (DATA.RIO, 2025). Entretanto, de forma visual é possível analisar que o mapeamento da cobertura vegetal foca nos maiores maciços da cidade, e consegue detalhar algumas áreas dos maciços menores, ainda não sendo possível identificar a vegetação intraurbana e seu detalhamento em microescala (Figura 6).

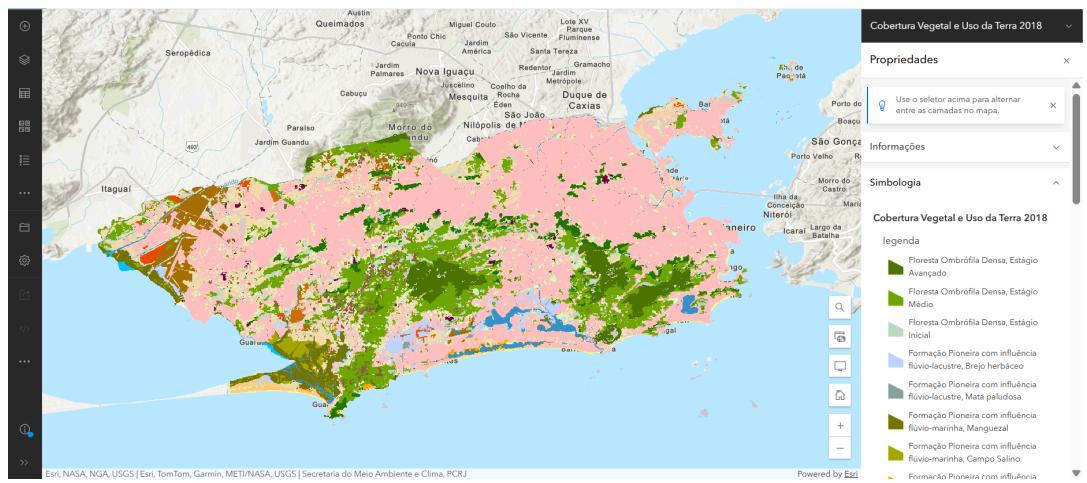


Figura 6: Cobertura e Uso do Solo da cidade do Rio de Janeiro, 2018.

Fonte: Data.Rio

Observa-se que a demanda de dados mais detalhados, juntamente com a diversidade de dados imagéticos disponíveis, algumas pesquisas recentes têm-se amparado em imagens de altíssima resolução espacial e/ou metodologias multissensores. As pesquisas de Ruffato-Ferreira (2016), Amaral *et al.*, (2022), Ramos *et al.* (2023), Silveira *et al.* (2024) e Lugon *et al.*, (2025) apontam resultados preliminares que evidenciam diagnósticos mais precisos, que podem subsidiar estratégias de planejamento urbano e ambiental alinhadas aos desafios climáticos e socioespaciais contemporâneos.

A tese de Ruffato-Ferreira (2016) evidencia a relevância das áreas verdes privadas, especialmente aquelas presentes em quintais domésticos, como componente estratégico para a sustentabilidade urbana no subúrbio do Rio de Janeiro. A autora quantifica e analisa a contribuição dessas áreas para o verde urbano da AP3 (Área de Planejamento 3 do município do Rio de Janeiro), utilizando abordagem GEOBIA (Classificação de Imagens Baseada em Objetos), combinada à mineração de dados aplicada a imagens de alta resolução. A abordagem GEOBIA adota o conceito de objeto como base da informação semântica necessária para a interpretação da imagem e não mais de pixel (Trimble, 2014), agrupando pixels em comum a nível de objeto geográfico.

Os resultados de Ruffato-Ferreira (2016) demonstram que os quintais com vegetação representam 40% da área verde oficialmente mapeada pelo município, correspondendo a 13,87% da área residencial e 5,59% da área urbana total, revelando seu papel significativo na mitigação de problemas socioambientais, incluindo ilhas de calor, poluição do ar e escassez de espaços verdes.

Outro exemplo é o estudo de Amaral *et al.*, (2022), que utilizou imagens WorldView-2 (2 m) e classificação orientada a objetos (GEOBIA) para identificar e caracterizar áreas verdes intraurbanas na AP3, região que abrange grande parte da Zona Norte do Rio de Janeiro. O estudo identificou que 34% da área total da AP3 corresponde a áreas verdes, distribuídas de forma desigual, com altas

concentrações na Ilha do Governador, Serra da Misericórdia e proximidades de maciços florestados. Já áreas densamente urbanizadas, como Complexo da Maré e Pavuna, apresentam forte escassez de vegetação, evidenciando a existência de brechas verdes associadas à vulnerabilidade socioeconômica.

O dado de Amaral *et al.*, (2022), deu origem a pesquisa recente de Silveira *et al.*, (2024) que aprofunda a discussão sobre a contribuição dos jardins privados e espaços vegetados de domínio particular no conforto térmico urbano. Os autores demonstram que jardins com maior proporção de vegetação arbórea e melhor conectividade espacial apresentam menores temperaturas de superfície, reforçando a importância de considerar áreas verdes privadas como infraestrutura estratégica para mitigação climática, um elemento frequentemente ausente em mapeamentos tradicionais.

Outro avanço importante observado é o modelo de mapeamento desenvolvido por Ramos *et al.*, (2023), que utilizou um ortofotomosaico de 15 cm e dados LiDAR de 2019 para a Região Administrativa do Méier, permitindo a identificação de tipologias de vegetação com elevado nível de detalhamento. A abordagem GEOBIA possibilitou distinguir vegetação arbórea (64,9%), arbustiva (20,04%) e herbácea (14,95%), alcançando acurácia de 96% e coeficiente Kappa de 0,91. Esses resultados demonstraram a efetividade de abordagens multissensores para a produção de inventários arbóreos avançados e diagnósticos de microescala replicáveis para outras áreas urbanas (Figura 7).

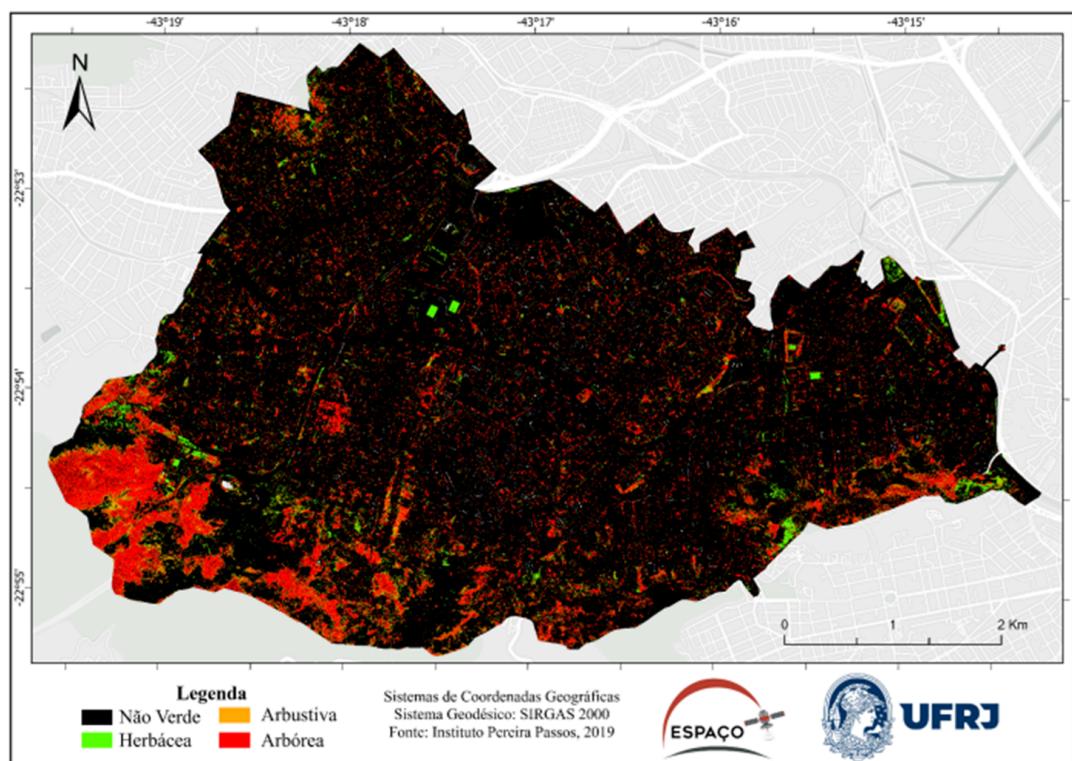


Figura 7: Mapeamento preliminar advindo do modelo de mapeamento dos sistemas verdes urbanos da Região Administrativa do Méier por estratificação de alturas.
Fonte: adaptado de Ramos *et al.*, (2023).

A partir dos resultados dessa última pesquisa, realizada com dados do ano de 2019, é possível comparar com os dados de cobertura vegetal de 2018 da prefeitura. A Figura 8 apresenta essa comparação direta entre resultados de mapeamento de áreas verdes. Observa-se que, nas imagens com mapeamentos de menor escala, apenas grandes manchas vegetadas são identificadas e representadas no mapa (em verde), enquanto a maior parte da vegetação distribuída em pequenos fragmentos, como árvores isoladas, arborização viária e jardins privados, permanece ausente. Já nas imagens de mapeamento de maior

escala, a representação espacial torna-se muito mais detalhada, revelando um número significativamente maior de pixels classificados como vegetação. Essa análise evidencia como o detalhamento para as áreas intraurbanas dão visibilidade a fragmentos verdes que mudam a perspectiva de gestão e planejamento para as cidades, num momento de emergência climática, onde adaptação e mitigação também são problemas locais.



Figura 8: Comparação entre o mapeamento (a) e (c): Cobertura e Uso do Solo da Prefeitura do Rio de Janeiro (2018), com o mapeamento (b) e (d): das áreas verdes de 2019 realizado por Ramos *et al.* (2023).

Fonte: adaptado de Ramos *et al.*, (2023).

A Figura 8 apresenta a comparação entre dois produtos cartográficos produzidos em momentos distintos. As Figuras 8a e 8c, correspondem ao mapeamento de cobertura do solo, elaborado pela Prefeitura do Rio de Janeiro em 2018, enquanto as figuras 8b e 8d apontam o mapa preliminar de Ramos *et al.* (2023). As imagens superiores (Figuras 8a e 8b) referem-se aos bairros de Engenho de Dentro e Todos os Santos, ao passo que as imagens (Figuras 8c e 8d) inferiores retratam os bairros de Engenho Novo e Lins de Vasconcelos. Essa composição evidencia diferenças metodológicas e de interpretação entre os dois levantamentos, permitindo observar como a atualização dos dados e o refinamento das categorias geoespaciais podem modificar a representação dos elementos territoriais e a compreensão da configuração urbana dessas áreas.

A mudança de detalhamento traz a possibilidade de novas análises, como é mostrado em Lugon *et al.*, (2025) em que os autores propõem uma metodologia de mapeamento e qualificação da vegetação intraurbana com base na articulação entre dados de altíssima resolução espacial advindos de Ramos *et al.*, (2023) e informações de morfologia urbana (Figura 9).

A pesquisa identifica e analisa a distribuição de diferentes tipologias vegetais em contextos espaciais distintos, como eixos viários, áreas residenciais, ferrovias, espaços abertos e favelas, demonstrando que 68,99% da vegetação é arbórea, com forte predominância ao longo da estrutura viária, enquanto a vegetação herbácea-arbustiva se concentra em áreas mais restritas fisicamente, como ferrovias. Os resultados evidenciam a importância de diagnósticos em microescala para orientar políticas públicas, definir prioridades de arborização e subsidiar ações de planejamento urbano-ambiental.

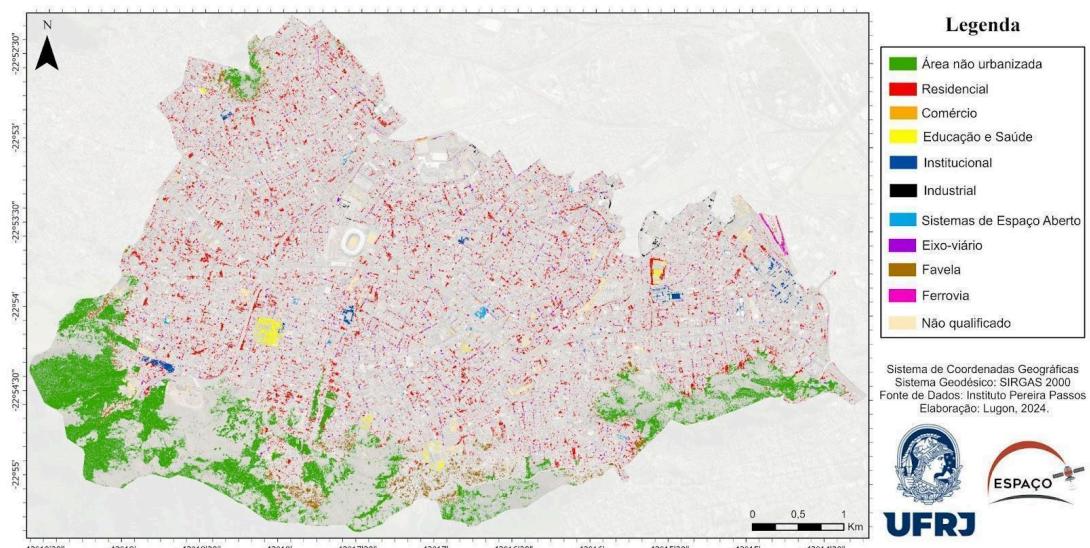


Figura 9: Mapa de qualificação dos sistemas verdes urbanos por situação urbana.
Fonte: Lugon *et al.*, (2025).

4 Considerações finais

De modo geral, esses estudos mostram que a produção de diagnósticos detalhados sobre a vegetação urbana depende de mapeamentos em microescala e que hoje na cidade do Rio de Janeiro isso é possível devido a combinação entre alta resolução espacial, abordagem multissensores e integração com dados socioespaciais, permitindo análises mais justas e aderentes à realidade territorial. É evidente que os trabalhos demonstraram que o arcabouço metodológico ainda está em construção e que a abrangência tanto dos mapeamentos ainda é um desafio. É possível concluir que os avanços são muitos, e tem-se alcançado mais detalhamento, através da grande quantidade de dados. Entretanto, ainda há muitos desafios, como o esforço de edição para mapeamentos e adequação dos dados.

Para além do mapeamento geral da vegetação urbana, a microescala tem se mostrado um instrumento poderoso para compreender microproblemas que influenciam diretamente a qualidade ambiental e o cotidiano da população carioca. Esses produtos permitem análises aplicadas com potencial direto para políticas públicas e intervenções localizadas. A disponibilidade de dados de altíssima resolução e abordagens multissensores não apenas refina respostas para perguntas tradicionais como “quanto verde existe?”, mas permite formular novas perguntas, antes impossíveis ou inoperáveis: Como estimar a capacidade real de mitigação térmica por árvore, rua ou quarteirão? Como caracterizar déficit hídrico e capacidade de infiltração real em calçadas e solos urbanos? Como identificar áreas prioritárias para arborização com base em indicadores de saúde e vulnerabilidade socioambiental? Como mapear risco de queda de árvores com base em estrutura 3D e dinâmica de ventos? Como integrar jardins privados e áreas vegetadas espontâneas ao planejamento urbano como infraestrutura verde funcional? Essas perguntas refletem uma mudança de paradigma: da medição de cobertura para a qualificação funcional da vegetação urbana.

Diagnósticos detalhados em microescala abrem novas oportunidades para a governança urbana baseada em evidências. No caso do Rio de Janeiro, um exemplo emblemático é o Programa de Monitoramento Contínuo da Cobertura Vegetal (PMCV), institucionalizado pelo Decreto Nº 54.071/2024, que consolida uma das mais longas séries de monitoramento urbano da América Latina e integra dados de alta resolução espacial, inventários e validação de campo. Essa série de produtos desde o ano de 1984, tem evoluído para escalas de mapeamento cada vez mais detalhadas. O mapeamento do verde urbano para o ano de 2018, anteriormente apresentado, pode ser ainda mais detalhado e abrir uma nova forma de entender o verde urbano.

A integração entre microescala e políticas urbanas permite transformar dados em decisões concretas, garantindo maior transparência, eficiência e justiça territorial. Nesse sentido, os diagnósticos apresentados ao longo desta seção reforçam que o planejamento urbano contemporâneo precisa abandonar abordagens generalistas e adotar metodologias sensíveis às diferenças intraurbanas, aproximando o desenho de políticas públicas da experiência real do território vivido.

Referências

- AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Use and Improve Air Quality in Urban Areas. **Solar Energy**, v. 70, n. 3, 2001. DOI: 10.1016/S0038-092X(00)00089-X
- AMARAL, F. G. *et al.* O verde intraurbano da área de planejamento 3 carioca: mapeamento e padrões espaciais com apoio das geotecnologias. In: Elizabeth Maria Feitosa Da Rocha De Souza. (Org.). **Geoinformação e Análise Espacial: Métodos Aplicados A Áreas Antropizadas**. Rio De Janeiro: Appris, 2022.
- ARAM, F. *et al.* Urban Green Space Cooling Effect in Cities. **Helyon**, v. 5, n. 4, 2019. DOI: 10.1016/j.helyon.2019.e01339
- ARAUJO, P. L. C. *et al.* A Serra da Misericórdia, o Maciço esquecido do Rio De Janeiro, como objeto do Planejamento Urbano-Ambiental. In: Encontro da ANPEGE, São Paulo. **Anais do XIII ENANPEGE**. São Paulo: 2019.
- BALTSAVIAS, E. P. Airborne laser scanning: basic relations and formulas. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 54, n. 2-3, 1999.
- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure**: linking landscapes and communities. Washington, DC: Island Press, 2006.
- BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem Services in Urban Areas. **Ecological Economics**, v. 29, no. 2, 1999. DOI: 10.1016/S0921-8009(99)00013-0
- CAO, X. *et al.* Quantifying the Cool Island Intensity of Urban Parks Using ASTER and IKONOS Data. **Landscape and Urban Planning**, v. 96, n. 4, 2010. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.03.008
- CASTRO, I. E. Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução?. **Espaço Aberto**, v. 4, n. 1, 2014. DOI: 10.36403/espacoaberto.2014.2435
- CAVALHEIRO, F. *et al.* Proposição de terminologia para o verde urbano. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Rio de Janeiro, v. XVII, n. 3, 1999.
- CHEN, T.; LANG, W.; LI, X. Exploring the impact of urban green space on residents' health in Guangzhou, China. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 146, n. 1, 2019. DOI: 10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000541
- COHEN-SHACHAM, E. *et al.* (Org.). **Nature-based solutions to address global societal challenges**. Gland : IUCN, 2016.
- DATA.RIO. **Cobertura Vegetal e Uso da Terra 2018**. DATA.RIO. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://www.data.rio/datasets/PCRJ::cobertura-vegetal-e-uso-da-terra-2018/about>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- DERKZEN, M. L.; TEEFFELEN, A. J. A. V.; VERBURG, P. H. REVIEW: Quantifying Urban Ecosystem Services Based on High-resolution Data of Urban Green Space: an Assessment for Rotterdam, the Netherlands. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 4, 2015. DOI: 10.1111/1365-2664.12469
- DOBBS, C.; ESCOBEDO, F. J.; ZIPPERER, W. C. A Framework for Developing Urban Forest Ecosystem Services and Goods Indicators. **Landscape and Urban Planning**, v. 99, n. 3-4, 2011. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2010.11.004
- DOUGLAS, I. Urban ecology and urban ecosystems: understanding the links to

human health and well-being. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 4, n. 4, 2012. DOI: 10.1016/j.cosust.2012.07.005

GODDARD, M. A.; BENTON, T. G.; DOUGILL, A. J. Beyond the garden fence: landscape ecology of cities. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 4, 2010. DOI: 10.1016/j.tree.2009.12.007

GÓMEZ, F. et al. Green areas, the most significant indicator of the sustainability of cities: Research on their utility for urban planning. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 137, n. 3, 2011.

GUIA, E. V. F. **Relações entre processo de ocupação e as características socioambientais da região da Serra da Misericórdia, subúrbio do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

HAN, Q.; KEEFFE, G. Stepping-Stone City: Process-Oriented Infrastructures to Aid Forest Migration in a Changing Climate. In: ROGGEMA, R. (Org.). **Nature Driven Urbanism**. Springer, Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-26717-9_4

HARRIS, M. et al. Urbanisation of Protected Areas within the European Union — An Analysis of UNESCO Biospheres and the Need for New Strategies. **Sustainability**, v. 11, n. 21, 2019. DOI: 10.3390/su11215899

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **InterfacEHS: Revista de gestão integrada em saúde do trabalho e meio ambiente**, v. 3, n. 1, 2008.

KABISCH, N.; QURESHI, S.; HAASE, D. Human–environment interactions in urban green spaces — A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 50, [S.n.], 2015. DOI: 10.1016/j.eiar.2014.08.007

KONIJNENDIJK, C. et al. Defining urban forestry – A comparative perspective of North America and Europe. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 4, n. 3-4, 2006. DOI: 10.1016/j.ufug.2005.11.003

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In: **Anais...** São Luís: Uema/Emater-Ma, 1994.

LOCKE, D. H.; MCPHEARSON, T. Urban areas do provide ecosystem services. **Frontiers in Ecology & the Environment**, v. 16, n. 4, 2018. DOI: 10.1002/fee.1796

LUEDERITZ, C. et al. A Review of Urban Ecosystem Services: Six Key Challenges for Future Research. **Ecosystem Services**, v. 14, [S.n.], 2015. DOI: 10.1016/j.ecoser.2015.05.001.

LUGON, A. L. S. et al. Qualificação das Tipologias do Verde Intraurbano de Acordo com a situação geográfica na Região Administrativa Méier (Rio de Janeiro). In: **Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2025, Salvador. **Anais eletrônicos...**, Galoá, 2025.

MABON, L.; SHIH, W. What might 'just green enough' urban development mean in the context of climate change adaptation? The case of urban greenspace planning in Taipei Metropolis, Taiwan. **World development**, v. 107, [S.n.], 2018. DOI: 10.1016/j.worlddev.2018.02.035

MADALENA, M.A.; SILVA, A.S. Infraestrutura Verde: uma abordagem sistêmica de integração urbano-rural. **Cadernos Proarq**, v. 1, n. 37, 2021. DOI: 10.37180/2675-0392-n37v1-8

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. ed.4. São Paulo: Blucher, 2010.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**: um estudo da ecologia e do planejamento urbano aplicado ao distrito de Santa Cecília. São Paulo:

Fapesp, 2001.

OKE, T. R. *et al.* **Urban Climates**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

PACHECO, A. P. *et al.* Classificação de pontos LIDAR para a geração do MDT. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 17, n. 3, p. 471–438, jul. 2011. DOI: 10.1590/S1982-21702011000300006

QURESHI, S.; BREUSTE, J. H.; LINDLEY, S. J. Green Space Functionality Along an Urban Gradient in Karachi, Pakistan: A Socio-Ecological Study. **Human Ecology**, v. 38, n. 2, 2010. DOI: 10.1007/s10745-010-9303-9

RAMOS, M. N. *et al.* Modelagem de áreas de cobertura vegetal intraurbanas: uma proposta metodológica com base em multisensores. In: Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2023, Florianópolis. **Anais eletrônicos...**, INPE, 2023.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto nº 54.071, de 24 de maio de 2024. Institui o Programa de Monitoramento Contínuo da Cobertura Vegetal do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 27 maio 2024.

RUFFATO-FERREIRA, V. J. **Uma Nova Variável no Planejamento para o Desenvolvimento Urbano Sustentável: Áreas Verdes em Quintais no Subúrbio da Cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Tese (Planejamento Energético) – UFRJ/COPPE/Programa de Planejamento Energético, 2016.

SILVEIRA, C. *et al.* The Importance of Private Gardens and Their Spatial Composition and Configuration to Urban Heat Island Mitigation. **Sustainable Cities and Society**, v. 112, [S.n.], 2024. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105589.

TEIXEIRA, R. F. R. **Identificação e caracterização de áreas verdes urbanas da região administrativa da Penha (XI): Uma análise comparativa de sensores**. Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2025.

THEANO, S.; TSITSONI, T. The effects of vegetation on reducing traffic noise from a city ring road. **Noise Control Engineering Journal**, v. 59, n. 1, 2011. DOI: 10.3397/1.3528970

TRIMBLE. **eCognition Developer 9.0**: Reference Book. Munich: Trimble Germany GmbH, 2014.

WEHR, A; LOHR, U. Airborne laser scanning: an introduction and overview. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 54, n. 2-3, 1999. DOI: 10.1016/S0924-2716(99)00011-8

YANG, J. *et al.* The temporal trend of urban green coverage in major Chinese cities between 1990 and 2010. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 13, n. 1, 2014. DOI: 10.1016/j.ufug.2013.10.002

Sobre os Autores

Felipe Gonçalves Amaral é doutor, mestre e bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), além de bacharel em Ciências Matemáticas e da Terra pela mesma instituição. Atualmente, é pós-doutorando em Geografia (UFRJ) e professor substituto do Departamento de Geografia (UFRJ).

Evelyn de Castro Porto Costa é pós-doutoranda em Geografia (UFRJ). Possui doutorado em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF), mestrado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), licenciatura em Geografia pela UERJ/FFP e bacharelado em Geografia pela UFF. Atualmente, é professora adjunta do Departamento de Licenciatura em Geografia do Instituto de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Campus Cabo Frio (UERJ/CF).

Patrícia Luana Costa Araújo é doutoranda e mestre em Geografia pela UFRJ e possui graduação em Arquitetura e Urbanismo. Atualmente, é professora substituta do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Steffi Munique Damasceno dos Reis Vieira é mestrandona em Geografia pela UFRJ. Possui bacharelado e licenciatura em Geografia pela Universidade Federal Fluminense (UFF).

Amanda Lago de Souza Lugon é bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e, atualmente, cursa o mestrado e a licenciatura em Geografia na mesma instituição.

Mayara do Nascimento Ramos é licenciada em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e, atualmente, cursa o mestrado e o bacharelado em Geografia na mesma instituição.

João Victor Ladeira Silva é graduando em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e bolsista do CNPq.

João Victor da Silva dos Santos é graduando em Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Rafael Ferreira Rodrigues Teixeira é bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Laura da Silva Bianchini é graduanda em Bacharelado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Matheus Augusto de Souza é graduando em Ciências Matemáticas e da Terra pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), com ênfase em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Carla Bernadete Madureira Cruz é engenheira cartógrafa e professora titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível C e Cientista do Nosso Estado (FAPERJ).

Contribuições dos Autores

Conceituação, [F.G.A., P.L.C.A.]; metodologia, [F.G.A., A.L.S.L., M.N.R., R.F.R.T., M.A.S.]; software [A.L.S.L., M.N.R.]; análise formal, [F.G.A., P.L.C.A., A.L.S.L., M.N.R., R.F.R.T., M.A.S., J.V.L.S., J.V.S.S., L.S.B., S.M.D.R.V.]; investigação, [F.G.A., P.L.C.A., A.L.S.L., M.N.R, E.C.P.C.]; recursos, [F.G.A., C.B.M.C.]; curadoria de dados, [F.G.A., P.L.C.A., A.L.S.L., M.N.R, E.C.P.C.]; redação—preparação do rascunho original, [F.G.A.]; redação—revisão e edição [F.G.A., P.L.C.A., E.C.P.C., S.M.D.R.V.]; visualização, [J.V.L.S., J.V.S.S., L.S.B.,]; supervisão, [F.G.A., C.B.M.C.]; administração do projeto, [F.G.A., C.B.M.C.]; aquisição de financiamento, [F.G.A., C.B.M.C.]. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do fomento à pesquisa, e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio das bolsas de iniciação científica, mestrado, doutorado e pós-doutorado.

Além disso, este artigo está vinculado e recebeu financiamento dos seguintes projetos:

- Edital FAPERJ nº 17/2024 – Pós-Doutorado Nota 10 (PDR-10);
- Edital FAPERJ nº 32/2021 – Programa Cientista do Nosso Estado (2021);
- Edital FAPERJ nº 22/2025 – Programa Pensa Rio: Apoio ao Estudo de Temas Relevantes e Estratégicos para o Estado do Rio de Janeiro (2025).

Agradecimentos

Os autores reconhecem as contribuições do Programa de Pós-Graduação em Geografia e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pela disponibilização do espaço físico necessário ao desenvolvimento desta pesquisa. Agradecem ao Laboratório ESPAÇO pela possibilidade de reunir diferentes perfis acadêmicos, os quais contribuíram para a elaboração deste artigo.

Agradecem ainda à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento à pesquisa. Por fim, agradecem ao Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos (IPP) pelo fornecimento de dados.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Sobre a Coleção Estudos Cariocas

A Coleção Estudos Cariocas (ISSN 1984-7203) é uma publicação de estudos e pesquisas sobre o Município do Rio de Janeiro, vinculada ao Instituto Pereira Passos (IPP) da Secretaria Municipal da Casa Civil da Prefeitura do Rio de Janeiro.

Seu objetivo é divulgar a produção técnico-científica sobre temas relacionados à cidade do Rio de Janeiro, bem como sua vinculação metropolitana e em contextos regionais, nacionais e internacionais. Está aberta a quaisquer pesquisadores (sejam eles servidores municipais ou não), abrangendo áreas diversas - sempre que atendam, parcial ou integralmente, o recorte espacial da cidade do Rio de Janeiro.

Os artigos também necessitam guardar coerência com os objetivos do Instituto, a saber:

1. Promover e coordenar a intervenção pública sobre o espaço urbano do Município;
2. Prover e integrar as atividades do sistema de informações geográficas, cartográficas, monográficas e dados estatísticos da Cidade;
3. Subsidiar a fixação das diretrizes básicas ao desenvolvimento socioeconômico do Município.

Especial ênfase será dada no tocante à articulação dos artigos à proposta de desenvolvimento econômico da cidade. Desse modo, espera-se que os artigos multidisciplinares submetidos à revista respondam às necessidades de desenvolvimento urbano do Rio de Janeiro.