



Investigações
Experimentais

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS VERDES URBANAS NO BRASIL

Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministra do Planejamento e Orçamento
Simone Nassar Tebet

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Marcio Pochmann

Diretora-Executiva
Flávia Vinhaes Santos

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Gustavo Junger da Silva

Diretoria de Geociências
Maria do Carmo Dias Bueno

Diretoria de Tecnologia da Informação
Marcos Vinícius Ferreira Mazoni

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
José Daniel Castro da Silva

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Jorge Abrahão de Castro

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Meio Ambiente
Maria Luisa da Fonseca Pimenta

Ministério do Planejamento e Orçamento
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Meio Ambiente



**Investigações
Experimentais**

Informações Geocientíficas
Experimentais

Proposta Metodológica para Identificação e Mapeamento de Áreas Verdes Urbanas no Brasil



Rio de Janeiro
2025

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

© IBGE. 2025

Estas informações geocientíficas são classificadas como experimentais e devem ser usadas com cautela, pois são informações novas que ainda estão em fase de teste e sob avaliação. Elas são desenvolvidas e publicadas visando envolver os usuários e partes interessadas para avaliação de sua relevância e qualidade.

Em virtude do prazo disponível para o cumprimento do cronograma editorial, os originais desta publicação não foram submetidos aos protocolos completos de normalização.

Capa

Gerência de Editoração – GEDI/Centro de Documentação e Disseminação de Informações – CDDI

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP) **Gerência de Biblioteca, Informação e Memória do IBGE**

Proposta metodológica para identificação e mapeamento de Áreas Verdes Urbanas no Brasil / IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. - Rio de Janeiro : IBGE, 2025.
68 p. : il. color. - (Investigações experimentais. Informações geocientíficas experimentais).

ISBN 978-85-240-4667-4

1. Vegetação – Mapeamento – Metodologia. 2. Geografia urbana. 3. Desenvolvimento sustentável. 4. Palmas (TO). 5. Guarulhos (SP). 6. Indicadores ambientais. 7. Política ambiental. 8. Planejamento urbano. I. IBGE. Coordenação de Meio Ambiente. II. Série.

CDU 911.3:711(81)

AMB

Ficha elaborada por Gerlaine da Rocha Braga - CRB-7/6659

Sumário

Apresentação	4
Introdução	5
Metodologia.....	7
Definições de Áreas Verdes Urbanas	7
Delimitação da área urbana	11
Metodologia de mapeamento.....	17
Proposta para o IBGE	20
Aplicação em testes-piloto	24
Guarulhos (SP).....	24
Palmas (TO)	40
Considerações Finais.....	56
Referências	59
Anexos	61

Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

Apresentação

As Geociências desempenham um papel fundamental na compreensão dos desafios ambientais e urbanos contemporâneos, pois oferecem uma abordagem que considera explicitamente a dimensão espacial dessas questões. Por meio de abordagens experimentais e interdisciplinares, esta publicação busca contribuir para o avanço do debate sobre o ordenamento territorial e a adaptação às mudanças climáticas, em um contexto urbano, temas essenciais para o desenvolvimento sustentável do País.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística tem a satisfação de apresentar a Investigação Geocientífica Experimental “Proposta Metodológica para Identificação e Mapeamento de Áreas Verdes Urbanas no Brasil”, cujos resultados tiveram por base uma pesquisa aplicada no território brasileiro, sobre a distribuição dos espaços vegetados nas nossas cidades. A presente publicação evidencia o papel das áreas verdes na qualidade ambiental urbana, buscando identificá-las por meio de análises geoespaciais compostas por índices provenientes de sensoriamento remoto e dados de cartografia colaborativa.

Esta publicação reflete o compromisso do IBGE com a produção de geoinformações de relevância nacional e internacional, alinhada a políticas públicas urbanas brasileiras e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), em especial ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), e à Nova Agenda Urbana, que orientam políticas públicas para cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis.

Ao disponibilizar essas análises, o IBGE reafirma seu compromisso de produzir informações geocientíficas para o planejamento urbano e ambiental, contribuindo para o debate sobre uma urbanização inclusiva e resiliente. Em consonância com a linha Experimental, destaca-se que as abordagens metodológicas aqui apresentadas estão em fase de avaliação. Neste sentido, convidamos a comunidade acadêmica, gestores públicos e especialistas no tema a contribuir com críticas, sugestões e aprimoramentos.

Maria do Carmo Dias Bueno
Diretora de Geociências

Introdução

As cidades são, hoje, os espaços de maior concentração da população global, concentrando também o acesso a serviços diversos, infraestruturas de transporte e áreas construídas para habitação. Neste sentido, as áreas urbanizadas tendem a construir um espaço antropizado bastante impermeabilizado, comprometendo os ciclos dos sistemas ambientais, e muitas vezes, também, a qualidade de vida de seus habitantes no longo prazo.

Reconhecendo estas questões, a ONU incluiu, dentre os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos em 2015, um objetivo específico para as Cidades e Comunidades com indicadores e parâmetros que apurem a qualidade de vida urbana - (Objetivo 11¹). Dentre estes, ressalta-se a relevância dos dados de cobertura vegetal inserida na malha urbana, que traz diversos benefícios, traduzidos como serviços ecossistêmicos, como melhoria da qualidade do ar, mitigação de impactos com inundações, deslizamentos de terras, ondas de calor e outros eventos climáticos extremos, a manutenção da segurança hídrica, melhoria na saúde geral da população e provimento de áreas para recreação. Neste sentido, as áreas verdes urbanas recebem especial atenção nos ODS, especificamente no Indicador 11.7.1 – “Proporção de área das cidades que é espaço aberto para uso público por idade, sexo, e pessoas com deficiência” (NAÇÕES UNIDAS, 2021, pg. 1²), onde busca medir o acesso da população urbana às áreas abertas, incluindo as áreas verdes.

Em alinhamento com a agenda internacional, e a partir da crescente demanda de acompanhamento da qualidade ambiental no planejamento ambiental urbano nacional, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) desenvolveu o Programa Cidades+Verdes (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021), com o objetivo de ampliar a quantidade e a qualidade das áreas verdes urbanas no País, por meio do “levantamento e disponibilização de informações sobre as áreas verdes urbanas, de forma a promover a criação, recuperação, manutenção e gestão dessas áreas, que têm sua importância conhecida na legislação brasileira” (*op. cit.*, p. 7). O Programa atua junto a Prefeituras, provendo ferramentas de mapeamento colaborativo e uma plataforma onde dados sobre áreas verdes possam ser gerados, atualizados e validados, promovendo uma conexão entre a informação em nível nacional e a capacidade de atuação locais.

O IBGE realiza o mapeamento de Áreas Urbanizadas do Brasil desde o ano de referência 2005³ e passou a mapear o tecido urbano de todos os municípios brasileiros em 2019, utilizando como insumo as imagens do satélite europeu Sentinel-2, com 10 m de resolução espacial, o que permitiu um considerável ganho de acurácia em relação ao primeiro produto, que utilizava imagens com resolução espacial de 30 m (ÁREAS..., 2022).

¹ <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=11>. Acesso em: 27/03/2025.

² No original: “Average share of the built-up area of cities that is open space for public use for all, by sex, age and persons with disabilities”. Tradução nossa.

³ Mais informações em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 27/03/2025.

Neste sentido, além de ser um insumo de base mais adequado para mapeamentos de feições urbanas, em todo o território nacional, o aumento na resolução espacial guiou a possibilidade e o ímpeto de aprimorar o mapeamento de categorias intraurbanas, como os vazios populacionais, que incluem as áreas verdes e outros tipos de equipamentos urbanos não destinados à habitação.

Em paralelo, a Coordenação de Meio Ambiente do IBGE vivenciou interações com outros Institutos Nacionais de Estatística (INEs) que produzem mapeamento de áreas verdes urbanas (AVU) com o intuito de promover indicadores ambientais relacionados ao ODS ou às agendas públicas nacionais, como o Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), da Colômbia, que realizou um experimento de cálculo para o ODS 11.7.1⁴, e o Statistics Canada (StatsCan), que apresentou testes metodológicos para a mesma finalidade em webinar promovido pela Divisão de Estatística da ONU (UNSD, na sigla em inglês), em 2022⁵.

A partir destes marcos, foi apontada a presente Investigação Experimental, a ser debatida com os pares, que apresenta uma proposta metodológica para identificar e mapear as áreas verdes urbanas em contexto nacional, de forma a prover um insumo para o planejamento ambiental das cidades brasileiras, bem como para programas nacionais e internacionais, como o Programa Cidades+Verdes, do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU (ODS), notadamente o ODS 11.

É importante destacar que o escopo desta Investigação consiste na elaboração de um teste-piloto em duas cidades brasileiras, que apresentam características distintas em seu tecido urbano, com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento de uma metodologia adequada para a construção e o cálculo de indicadores sobre áreas verdes urbanas em todo o território nacional. Por isso, é enquadrada como Experimental, pois ainda está em fase de avaliação e, portanto, não atingiram um grau completo de maturidade, em termos de cobertura ou metodologia.

⁴ O Workshop realizado com o DANE - “*Capacity-building on Big Data – using satellite images to calculate the SDG indicator 11.7.1*” – no âmbito do UN Regional Hub for Big Data in Brazil, em 2023 está documentado no site [Capacity-building on Big Data – using satellite images to calculate the SDG indicator 11.7.1 | UN SDG:Learn](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/experimentales/ods-11-7-1/ficha-metodologica-ODS-11-7-1.pdf). Acesso em 02/06/2025. A ficha metodológica do indicador está disponível em <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/experimentales/ods-11-7-1/ficha-metodologica-ODS-11-7-1.pdf>. Acesso em 23/07/2025.

⁵ Gravação do evento disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oJMQmBJnQ_M. Acesso em 27/03/2025.

Metodologia

Definições de Áreas Verdes Urbanas

É possível entender, de forma genérica e usual, uma área verde urbana como qualquer área coberta por vegetação (florestal ou campestre) dentro de uma área urbana. No entanto, sua definição mais detalhada possui importantes diferenças segundo os objetivos aos quais seu mapeamento atende, o que traz a necessidade de delimitar bem o que se entende por Área Verde Urbana (AVU) na presente publicação.

O Programa Cidades+Verdes define “áreas verdes urbanas” em contraste com “áreas livres”, alegando que “as **áreas verdes urbanas** contam com definição no Código Florestal (...), ao passo que as **áreas livres** podem ser entendidas apenas como áreas permeáveis, públicas ou não, livres de construções” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021, p. 10). Como a definição do MMA acompanha o Código Florestal, a seguir apresenta-se a definição:

Espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, bem como proteção de bens e manifestações culturais (BRASIL, 2012).

É importante observar que o critério principal nesta definição é a disponibilidade de áreas verdes que não possuem uso residencial ou lotes disponíveis para futura construção e que possuem uma destinação bem delimitada. Estas áreas podem ser de acesso público ou de acesso restrito, mas exercem alguma função capaz de prover serviços ecossistêmicos para a cidade.

Como o intuito do MMA é monitorar os serviços fornecidos pelas AVUs, foi elaborada uma tipologia para seu mapeamento e monitoramento, que diferencia as áreas verdes e associa cada uma ao principal serviço ecossistêmico fornecido pela mesma, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Existem ainda duas tipologias com descrições separadas: a chamada Área Verde Potencial, que consiste em uma área vegetada que não foi destinada a habitação ou loteamento, mas que não possui destinação bem delimitada pelo poder público, e que ainda tem potencial de ser enquadrada em alguma tipologia de AVU e prover algum dos serviços ecossistêmicos específicos em momento futuro, que será discutida nesta proposta metodológica; e uma categoria de Nascentes e Olhos d’água, feição que necessita de metodologia específica para seu mapeamento e não foi considerada na presente publicação.

Quadro 1 – Tipologia de Áreas Verdes Urbanas do Projeto Cidades + Verdes⁶.

Categoria de Área Verde Urbana	Tipologia	Principais Serviços Ecossistêmicos para o ambiente urbano
Sociocultural	Praca	Serviços Culturais
	Canteiro	
	Jardim Zoológico	
	Área Verde Institucional	
Socioambiental	Horto Florestal	Serviços Culturais, Serviços de Regulação
	Jardim Botânico	
Econômica	Agricultura Urbana	Serviços de Provisão, Serviços de Suporte
Ecológica	Parque	Serviços de Regulação, Serviços Culturais, Serviços de Suporte
	Bosque	
	Áreas Protegidas Urbanas	

Fonte: MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021.

O indicador 11.7.1 do ODS 11, por sua vez, não se refere especificamente a áreas verdes urbanas, mas a “espaços públicos abertos” (*open public space*), definido no manual metodológico da Divisão de Estatísticas da ONU (UNSD) como

(...) qualquer pedaço de terra que seja pouco trabalhado ou terra sem prédios (ou outra estrutura construída) que seja acessível ao público de forma gratuita, e forneça áreas recreacionais para a população e ajude a melhorar a beleza e qualidade ambiental das vizinhanças. (...) A classificação de espaços públicos abertos por tipologia é descrita pela função do espaço e pode incluir: áreas verdes públicas, reservas ripárias, parques e florestas urbanos, *playground*, praças, fontes de água, campos esportivos, jardins comunitários, *parklets* e *pocket parks*. (NAÇÕES UNIDAS, 2021, p. 2, tradução livre)⁷.

Ou seja, segundo esta definição da UNSD, as áreas verdes são uma subcategoria dos espaços abertos, que podem incluir quadras, *parklets*, praias, praças e fontes, que podem ser espaços permeáveis, porém não necessariamente áreas com vegetação. No módulo de treino do indicador 11.7.1 do ODS (NAÇÕES UNIDAS, 2018) há uma categorização dos espaços públicos abertos hierarquizada por categorias de área, que é relevante para orientar o escopo da presente publicação, reproduzida no Quadro 2.

⁶ No Anexo 1 está apresentado o quadro com suas definições completas.

⁷ No original: *any open piece of land that is undeveloped or land with no buildings (or other built structures) that is accessible to the public without charge, and provides recreational areas for residents and helps to enhance the beauty and environmental quality of neighborhoods. (...) Classification of open public space by typology is described by the function of the space and can include: green public areas, riparian reserves, parks and urban forests, playground, square, plazas, waterfronts, sports field, community gardens, parklets and pocket parks.*

Quadro 2 – Categorização dos espaços públicos abertos, baseada em tamanho e área de cobertura, segundo a ONU-Habitat.

Categoria de espaço público aberto	Descrição
Espacos abertos publicos locais/ <i>pocket parks</i>	Sao pequenos <i>parklets</i> que atendem as necessidades recreacionais da populacao residencial das imediacoes, dentro de uma distancia a pe de 400 m (5 minutos de caminhada). Suas areas medias variam de 0,03 a 0,04 ha e sao comumente utilizadas para propositos de recreacao. Em alguns lugares, essa categoria inclui pequenas areas naturais.
Espacos abertos publicos de bairro	Estes sao espacos maiores que servem as necessidades recreacionais e sociais de uma comunidade. Suas areas variam de 0,04 a 0,4 ha, e podem facilmente ser acessadas a distancias de 400 m das residencias. Eles podem acomodar uma variedade de atividades, como recreacao, esportes e conservacao de elementos naturais.
Espacos abertos publicos de distrito ou cidade	Estes espacos sao concebidos prioritariamente para prover areas esportivas formais. Eles incluem areas substanciais de recreacao e algumas areas de natureza. Eles servem a diversos bairros com visitantes e jogadores que vem de areas vizinhas. O tamanho destes espacos varia de 0,4 a 10 ha, e e concebido para servir populacoes de ate 800 m de distancia, ou 10 minutos a pe.
Espacos abertos publicos regionais/Parques urbanos	Estes sao areas substanciais organizadas para esportes, interacao social, <i>playgrounds</i> , relaxamento e contemplacao da natureza. Servem mais de uma unidade geografica e tendem a atrair visitantes de fora da unidade governamental local. Suas areas variam entre 10 e 50 ha.
Espacos abertos publicos nacionais/metropolitanos	Estes sao grandes espacos cujas areas variam entre 50 e 200 ha. Eles abrigam diferentes usos, e contem servicos recreacionais, esportivos e amenidades basicas.

Fonte: NACOES UNIDAS, 2018. Traducao livre.

Apesar de não detalhar uma tipologia que discrimine os tipos de serviços ecossistêmicos que cada área traria, essa classificação é oportuna em seus critérios de área e distância, que foram discutidos em diversos fóruns, com representações de especialistas temáticos de vários países, para então serem estabelecidos, e servem como referências apropriadas à presente Investigação. Nota-se, neste caso, um foco nos serviços socioculturais e socioambientais, sendo um indicador que associa a presença das áreas ao seu acesso. A distância de 800 m é a referência para uma distância máxima a pé que seja considerada acessível. Além disso, é possível ter uma referência de delimitação de área mínima e máxima, a partir do documento mencionado, entre 0,03 ha e 200 ha.

Considerando que o IBGE gera seus produtos em abrangência nacional, para estudos do fenômeno urbano, hoje trabalha-se com os dados orbitais das imagens do Sentinel-2, com resolução espacial de 10 m no *pixel* das bandas espectrais do visível e

infravermelho próximo, ou da Planet⁸, com resolução de 4 m. Existem discussões sobre a área mínima mapeável a partir de diferentes resoluções do *pixel* e de objetivos da análise para a escala de representação, bem como a partir de correções geométricas necessárias segundo cada satélite (cf. TOBLER, 1987; LI *et al.*, 2019; BOGGIONE *et al.*, 2009; MANUAL..., 2013; MANUAL..., 2015). Considerou-se que uma área mínima de 0,4 ha é adequada tanto aos insumos da constelação Planet quanto do Sentinel-2. Desta forma, pondera-se aqui realizar a análise geoespacial das áreas verdes urbanas a partir da unidade de “espaços abertos de distrito ou cidade” da categorização da *UN-Habitat*, com uma área mínima de 0,4 ha e uma distância de 800 m para ser considerada parte do contexto dos cidadãos e cidadãs em seus deslocamentos. É importante frisar que, para o indicador 11.7.1, é necessária ainda a informação sobre o espaço ser público ou não, ponto a ser discutido no desenvolver da presente proposta.

O Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) da Colômbia e o Statistics Canada (StatsCan) do Canadá apresentaram testes utilizando os critérios do metadado do indicador 11.7.1 para a definição dos *Open Public Spaces*. O DANE, para obter a base de dados geoespaciais, submeteu índices de vegetação oriundos de imagens de satélite a uma classificação de cobertura e uso da terra utilizando os métodos de classificação supervisionada, e depois relacionaram com camadas de informação do *OpenStreetMap*. A classificação ainda é orientada por dados de população e de outras fontes de inventário de espaços e uso público e bases cartográficas. Já o StatsCan (PINAULT *et al.*, 2021) possui, dentre suas publicações, estudos de indicadores de “verdor” (*greenness*) para a população do país, utilizando dados dos censos (sendo o mais recente de 2016) e um mapeamento de áreas verdes utilizando como técnica o processamento do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI – sigla em inglês).

Em comum a estas metodologias, está o uso do *OpenStreetMap* como fonte de informação para o mapeamento das AVUs. O *OpenStreetMap* (OSM)⁹ é um projeto de mapeamento colaborativo em escala global. Sob a premissa do código aberto, ele permite edição por pessoas de todo o mundo e pode ser baixado gratuitamente e adaptado a diferentes usos, mediante citação da fonte. Ele possui um sistema de edição que permite adicionar atributos (chamados de etiquetas) conforme descrito em sua documentação:

O *OpenStreetMap* representa características no terreno (por exemplo estradas ou edifícios) utilizando etiquetas associadas às suas estruturas de dados básicas (os nós, linhas e relações). Cada etiqueta descreve um atributo geográfico da característica a ser mostrada por esse nó, linha ou relação específico.

O sistema livre de etiquetas utilizado no *OpenStreetMap* permite incluir um número ilimitado de atributos que descrevem cada característica. A comunidade de editores concorda com algumas combinações de chaves e valores para as etiquetas mais utilizadas, que funcionam como padrões informais. No entanto os utilizadores podem criar novas etiquetas para melhorar o mapa ou para permitir análises de características anteriormente não mapeadas.¹⁰

⁸ Com interpretação visual a partir de Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

⁹ <https://www.openstreetmap.org/about>. Acesso em: 04/04/2025.

¹⁰ https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Pt:Map_Features. Acesso em 04/04/2025.

O OSM é um insumo valioso, por sua abrangência e livre acesso, e, a exemplo das experiências do Canadá e Colômbia, foi utilizado como camada de informação para compor o mapeamento experimental de AVU aqui apresentado. Considerou-se que, por sua grande amplitude de classes, dificuldade de controle de período do mapeamento e facilidade de mudança na edição dos atributos, ele não deve ser utilizado como fonte única para o mapeamento. Porém, é possível extrair várias classes, conforme citadas no Anexo 2, que podem ser consideradas indicativos de áreas verdes e utilizadas como camada-base, a serem avaliadas por intérpretes em cruzamento com o mapeamento das feições a partir de Sensoriamento Remoto e traduzidas para uma tipologia simplificada, como a do Projeto Cidades+Verdes.

Considerando todos estes aspectos, a classificação das Áreas Verdes Urbanas na presente publicação possui as seguintes diretrizes norteadoras:

- Áreas verdes consideradas em acordo com a definição do Código Florestal, citada anteriormente neste item, excluindo-se áreas residenciais e os loteamentos.
- Utilização da Tipologia proposta pelo MMA no projeto Cidades+Verdes para diferenciação interna das áreas verdes, conforme apresentado no Quadro 1.
- Utilização de categorias filtradas do OSM e compatibilizadas com as Tipologias do MMA (mais detalhes no Anexo 3).
- Utilização de critérios de áreas mínimas conforme as propostas pelo manual da *UN-Habitat*, apresentado no Quadro 2, respeitando o escopo nacional a que o produto se propõe.

Para o cálculo do indicador do ODS 11.7.1, é ainda desejável que os atributos das AVUs estejam associados à informação sobre o acesso aos locais, se públicos ou não. O *OpenStreetMap* possui informações preliminares sobre acesso que podem ser explorados, mas não possuem validação nem abrangência desejável para todo o país. Assim sendo, uma breve análise exploratória destas informações será apresentada também na presente discussão.

Delimitação da área urbana

Existe uma grande diversidade de definições para os termos “cidade” e “área urbana”, segundo as áreas do conhecimento, as instituições e os contextos em que estes termos são utilizados. Além de ser uma delimitação complexa, as áreas urbanas nem sempre possuem um limite claro que as distinga de áreas rurais, sendo bastante comum o fenômeno da franja rural-urbana¹¹ ou área periurbana, onde convivem, de forma entremeada, loteamentos, equipamentos urbanos afastados, áreas agrícolas, áreas de preservação e de lazer. Neste sentido, é necessário delimitar objetivamente quais áreas verdes podem ser consideradas pertencentes ao tecido urbano. Além disso, considerando

¹¹ Para uma discussão mais aprofundada a respeito do *continuum* rural-urbano e do fenômeno da franja rural-urbana, cf. PROPOSTA..., 2023.

o objetivo de utilização deste dado em estatísticas oficiais, é desejável adotar alguma referência, tanto nacional como internacionalmente.

Para os indicadores do ODS 11 que necessitam de uma delimitação urbana, a ONU, em conjunto com outras instituições¹², propõe a utilização de um padrão de referência intitulado *Degree of Urbanization* (DEGURBA), termo em inglês que significa “grau de urbanização”. Sua metodologia combina tamanho da população e densidade populacional em unidades espaciais padronizadas (grades estatísticas de 1 km²), aplicadas a padrões de contiguidade, conforme as classes apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Graus de urbanizacao, segundo populacao e densidade populacional, do DEGURBA.

		Tamanho da populacao no cluster de celulas			Sem criterio de tamanho populacional (nao e um agrupamento)
		> = 50 000	5 000 - 49 999	500 - 4 999	
Densidade da populacao em celulas de habitantes por km ²	> = 1500	Centro urbano	Agrupamento urbano denso		
	> = 300		Agrupamento urbano semidenso	Agrupamento rural	Celula suburbana ou periurbana
	> = 50				Celula rural de baixa densidade
	< 50				Celula rural de muito baixa densidade

Fonte: Adaptado de Statistics Canada, 2023¹³.

Para a delimitação dos graus de urbanização segundo o DEGURBA, as áreas são classificadas em dois níveis hierárquicos, conforme os graus de concentração da população, conforme demonstrado na Figura 1.

A proposta metodológica para o ODS 11 é que se considere aquelas áreas que se configuram como Centro urbano no Nível 1. Esta classificação, além da comparabilidade internacional, traz a vantagem de permitir um recorte que tenha preocupação com contiguidade e cujas características já ressaltam áreas urbanas de maior densidade populacional, onde as áreas verdes possuem uma diferenciação mais clara no tecido urbano em que se situam. Ressalta-se, no entanto, que esta definição é exclusivamente vinculada à população e não contempla a complexidade do ambiente urbano, em suas dimensões econômica, funcional e sociológica. Outra limitação é a dependência de uma

12 A metodologia denominada Degrees of Urbanisation - DEGURBA (Graus de Urbanização) surgiu como o resultado de uma proposta conjunta dos seguintes organismos: Statistical Office of the European Union - Eurostat; Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO); Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (United Nations Human Settlements Programme - UN-Habitat); Organização Internacional do Trabalho - OIT (International Labour Organization - ILO); Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD); e Banco Mundial (World Bank). Cf. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Applying_the_degree_of_urbanisation_manual. Acesso em: 09/04/2025.

13 Webinar “Piloting an open-source calculation of SDG indicator 11.7.1”, em 27 de setembro de 2023. Com Marina Smailes do Statistics Canada. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oJMQmBJnQ_M. Acesso em: 10/06/2025.

Grade Estatística que contemple todo o território nacional com dados populacionais, insumo que só é disponibilizado como resultado de Censos Demográficos no Brasil, limitando a periodicidade a um intervalo de pelo menos 10 anos, e que possui limitações quanto à geometria, que realiza recortes quadriculados em áreas verdes que são mais abrangentes no território.

Figura 1 – Graus de urbanização DEGURBA.



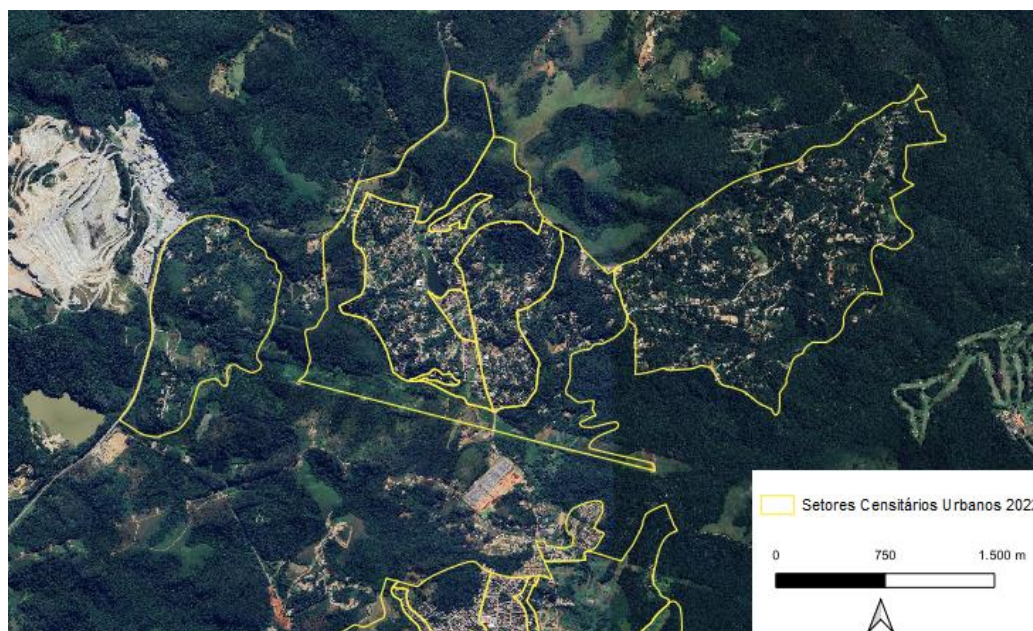
Fonte: Regional Hub for Big Data in Brazil, 2023¹⁴.

O Projeto Cidades+Verdes, do Ministério do Meio Ambiente (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021), utiliza a delimitação dos Setores Censitários providas pelo IBGE (CENSO, 2022), que são recortes territoriais para a coleta e divulgação de dados do Censo Demográfico, categorizados em tipologias de diferentes graus de urbanização. Para a delimitação urbana do MMA (*op cit.*, 2021), são considerados os Setores Censitários de situação urbana, ou seja, das categorias 1 (área urbanizada ou vila), 2 (área não urbanizada de cidade ou vila) e 3 (área urbana isolada).

O uso dos setores censitários possibilita a sua integração com divisões político-administrativas legais, bem como facilita a produção e intercâmbio de informações estatísticas, considerando que estes, ou suas agregações, são a unidade estatística de divulgação das pesquisas IBGE. Existe uma limitação no uso dos setores censitários que está relacionada a seu objetivo, que é organizar unidades espaciais para a coleta de dados censitários. Neste sentido, muitas vezes sua área, mesmo que dentro de um setor urbano, ultrapassa a mancha urbanizada em si, em outros casos, o mapeamento de situação urbana abrange áreas pouco densas (sobretudo nas categorias de áreas urbanas isoladas), onde as áreas verdes são indiferenciáveis das residências e outros equipamentos (Figura 2), trazendo um risco de superestimação de áreas verdes para alguns municípios.

¹⁴ Regional Hub for Big Data in Brazil. III Workshop on Big Data for Official Statistics: Using Satellite images for the calculus of the 11.7.1 SDG Indicator. Apresentação do dia 02/08/2023. Disponível em: <https://hub.ibge.gov.br/videos.htm>. Acesso em: 10/06/2025.

Figura 2 – Exemplo de Setores Censitários de situação Urbana de tipo Área Urbana Isolada de Guarulhos/SP.



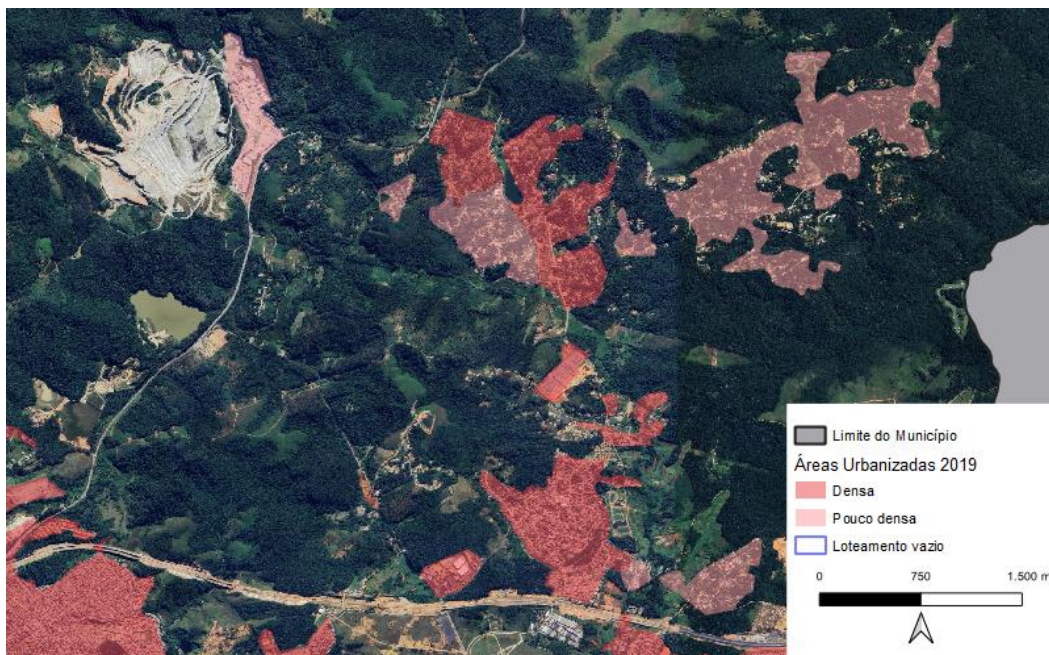
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Google Satellite do Plugin QuickMapServices/QGIS.

O IBGE produz também, na Coordenação de Meio Ambiente, o mapeamento de Áreas Urbanizadas do Brasil (ÁREAS..., 2022), cujo objetivo é a delimitação da forma da mancha urbanizada, expressando o fenômeno urbano enquanto um meio específico de vivência cotidiana e, no acompanhamento de sua evolução, para entender a expansão ou retração dessas áreas no País e seus padrões. Este mapeamento utiliza os setores censitários urbanos como referência, porém possui limites mais aderentes à mancha urbanizada (Figura 3).

O mapeamento das Áreas Urbanizadas do Brasil possui atualizações periódicas e classifica as áreas urbanizadas segundo categorias de densidade (Densa e Pouco Densa) e de tipo (Loteamentos Vazios, Vazios Intraurbanos e Outros Equipamentos Urbanos), que podem auxiliar bastante na interpretação das tipologias de áreas verdes encontradas dentro da mancha urbana. É desejável, inclusive, que o mapeamento de áreas verdes urbanas se integre ao de áreas urbanizadas, aprimorando o mapeamento do que hoje é tipificado como “Vazio Intraurbano”. As áreas urbanizadas são manchas circundadas normalmente por áreas de vegetação natural, áreas industriais sem moradias ou áreas agrícolas, que marcam o fim do tecido urbano.

Figura 3 – Exemplo de limite das Áreas Urbanizadas em Guarulhos (SP).



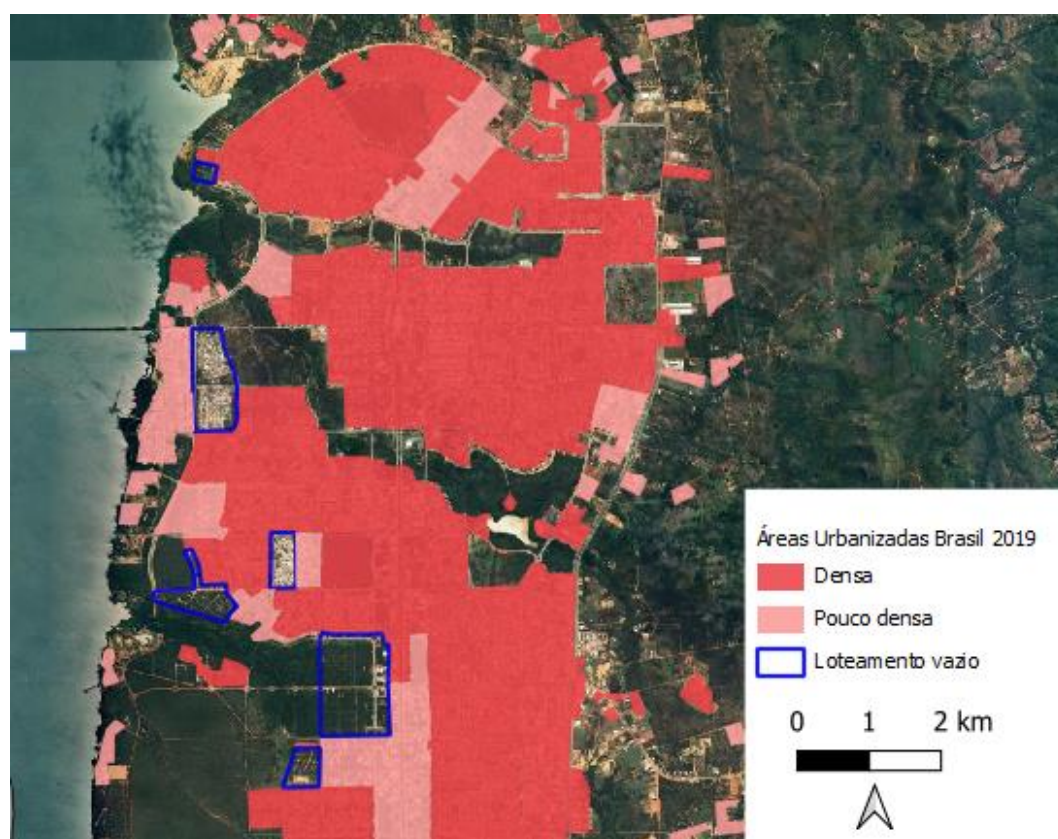
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Google Satellite do Plugin QuickMapServices/QGIS.

As áreas urbanizadas possuem uma limitação relacionada à sua interrupção no território, quando atravessada por uma área natural de grande porte, como grandes rios ou maciços florestais. Isso ocorre em razão do foco do mapeamento ser na densidade de habitações, arruamentos e outras feições tipicamente urbanas (Figura 4). Uma área verde que atravessa uma cidade, no entanto, faz parte do cotidiano de seus habitantes e provê serviços ecossistêmicos diversos àquela população, devendo ser considerada. O DEGURBA traz a vantagem de se preocupar com a contiguidade do Centro Urbano; no entanto, ainda ficam questões sobre áreas verdes vizinhas e sua relação com a população daquele Centro. Neste sentido, entende-se que, para qualquer recorte que se escolha, é interessante pensar um *buffer* que amplie a unidade de mapeamento de forma a considerar áreas verdes que possam prover serviços ecossistêmicos em determinado contexto urbano.

Conforme apresentado no Quadro 2, as orientações metodológicas da *UN-Habitat* consideram limiares de distância para tratar do acesso às áreas verdes, que são de importância para o cálculo do indicador 11.7.1, trazendo uma discussão a respeito de quais áreas verdes pertencem, de fato, ao tecido urbano. A escolha já mencionada de trabalhar em uma escala correspondente ao nível de “distrito ou cidade” traz uma proposta de distância de 800 m para o acesso às áreas, que pode ser utilizada como critério para definição de abrangência das Áreas Verdes Urbanas, a partir da base de Faces de Logradouros do IBGE para 2022 (IBGE, 2022).

Figura 4 – Áreas verdes atravessando Áreas Urbanizadas em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Google Satellite do Plugin QuickMapServices/QGIS.

Considerando, então, tanto a necessidade de responder aos padrões internacionais de comparabilidade, que atendam aos ODS e demais indicadores e estatísticas, quanto o respeito à forma do tecido urbano já delimitado em detalhe pelo IBGE, buscou-se contemplar esses diferentes insumos e sua aplicabilidade em uma metodologia unificada para a delimitação do escopo espacial da presente pesquisa experimental de Áreas Verdes Urbanas, apresentada a seguir:

- 1) escolha de duas áreas-piloto no território nacional, com distintas características no tecido urbano para o município;
- 2) classificação da Grade Estatística do IBGE, de 1 km², segundo os critérios para a categoria de Centro Urbano do DEGURBA¹⁵;

¹⁵ Para esta Investigação Experimental, foi feita uma aproximação da classificação do DEGURBA apenas para os municípios aqui trabalhados, a partir da Grade Estatística do Censo Demográfico 2010, que estava disponível à época das análises espaciais realizadas. A malha de setores censitários e as faces de quadra utilizadas nas análises foram as mais atuais, da versão 2022, e o mapeamento de áreas urbanizadas aplicado tem como ano de referência o ano de 2019. Isto pode causar alguns problemas de comparabilidade nas áreas do teste-piloto. Com a publicação da Grade Estatística do Censo 2022, será possível calcular para todo o Brasil o DEGURBA mais atualizado, bem como o emprego das áreas urbanizadas para o ano 2022, publicação também prevista para ser lançada pelo IBGE.

- 3) seleção dos Setores Censitários de situação urbana por interseção com os Centros Urbanos do DEGURBA da etapa 1;
- 4) recorte das Faces de Logradouros mapeadas no Censo nos setores censitários selecionados da etapa 3;
- 5) *buffer* de 800 m nessas vias já recortadas na etapa 4, que será denominado como o *buffer* do Centro Urbano;

Este *buffer* passa a ser então a unidade de mapeamento das AVUs. Torna-se uma unidade abrangente a partir da qual diferentes cruzamentos podem ser realizados nas áreas ali contidas, a fim de contabilizar as estatísticas: na área na área do *buffer*, em Setores Censitários, em Áreas Urbanizadas ou na própria grade do DEGURBA. Na presente proposta, o cômputo final das estatísticas de Áreas Verdes Urbanas foi considerado tanto na área interna ao *buffer* do Centro Urbano quanto na área interna às Áreas Urbanizadas, para comparação e avaliação da metodologia de delimitação da unidade de mapeamento.

Metodologia de mapeamento

Existem diferentes metodologias para o mapeamento de Áreas Verdes Urbanas (AVUs), dentre as quais mencionamos a seguir algumas mais recentes. MORAR *et al.* (2022) utilizaram, para regiões dentro da área urbana delimitada por zoneamento em Kharkiv (Ucrânia), séries temporais a partir de uma máscara de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) > 0 do Landsat de 2000 a 2022, a fim de acompanhar a perda de área verde urbana. Consideraram, então, AVU como qualquer área com NDVI > 0 .

DO CARMO *et al.* (2023), bem como KUANG *et al.* (2020), utilizaram o Modelo Linear de Mistura Espectral para discernir o componente vegetação e calcular o Percentual de Cobertura Vegetal em nível de *pixel*, utilizando como insumo imagens Landsat-8, sensor OLI, na plataforma *Google Earth Engine* - GEE. HOANG *et al.* (2021) utilizaram uma abordagem de *Machine Learning*, combinando uma classificação binária entre áreas verdes e áreas não verdes, com o algoritmo *Support Vector Machine* (SVM), utilizando várias bandas espectrais e alguns índices (NDVI e outros), em combinação com um algoritmo metaheurístico – *Marine Predators Algorithm* (MPA) – para otimização da classificação.

É importante notar que, dadas as diferenças, o NDVI é amplamente utilizado em metodologias de mapeamento de áreas verdes urbanas. A experiência do Canadá, já citada anteriormente nesta publicação, utiliza exclusivamente o NDVI para calcular um indicador que poderia ser traduzido como “Verdor Urbano” (*Urban Greenness*) de suas cidades (Pinault *et al.*, 2021).

Segundo OLIVEIRA (2008), o NDVI, Equação (1), é o índice de vegetação mais amplamente usado no processamento de dados de satélite para estudos do estado da vegetação.

Equação 1

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red)$$

em que: *NIR* e *Red* são fatores de reflectância bidirecional espectrais (razão da radiancia do alvo na superfície pela radiancia de uma superfície conservativa, lambertiana) nos comprimentos de onda do espectro visível (vermelho - 0,6 µm a 0,7 µm) e infravermelho próximo (0,8 µm a 1,1 µm), respectivamente.

Ele explora as propriedades espectrais da vegetação de absorver nos comprimentos de onda do visível, utilizando a energia para a fotossíntese, e refletir no infravermelho próximo. Esse índice pode ser um estimador da radiação usada dentro do processo da fotossíntese que ocorre nas folhas, assim como das variações sazonais e interanuais ligadas à planta (STÖCKLI & VIDALE, 2004).

O NDVI foi proposto por Rouse, em 1974, sendo sensível à presença de vegetação verde. Responde às mudanças na quantidade de biomassa verde, conteúdo de clorofila e estresse por água, auxiliando na estimativa de colheita agrícola e precipitação em áreas semiáridas. Usado em numerosas aplicações regionais e globais para estudar o estado da vegetação, seu sucesso (apesar dos efeitos atmosféricos e degradação radiométrica nas bandas do vermelho e infravermelho próximo) reside na normalização, a qual reduz os efeitos de degradação da calibração do sensor (BANNARI *et al.*, 1995).

Esse índice é expresso numa escala de -1 a +1, sendo que a vegetação verde e viva possui valores de NDVI entre 0,2 e 0,8, enquanto neve, corpos de água, desertos e solo exposto, valores de -0,2 a 0,05 (STÖCKLI, 2005).

O NDVI é de cálculo simples, fácil de ser implementado e pode ser efetivo na predição de propriedades da superfície vegetada quando em contraste com as superfícies construídas das áreas urbanizadas.

É relevante mencionar estudos, como o de HUERTA *et al.* (2021), que utilizam algoritmos de *deep learning* para a segmentação semântica de imagens, que resulta na extração dos padrões geométricos das áreas verdes no contexto urbano. Para tal, foram utilizados modelos de redes neurais convolucionais (*U-Net*), bastante comuns na área de visão computacional. Este é um caminho promissor por se aproximar dos polígonos de AVUs, com uma abordagem que ultrapassa as limitações de abordagens baseadas no *pixel*. No entanto, para tal tarefa, é desejável o uso de imagens de alta resolução espacial e grande capacidade computacional para processar todo o território nacional, além da necessidade de uma amostra de qualidade, que não dispensaria, em um primeiro momento, intérpretes e validação visual.

Para a presente publicação, optou-se por utilizar uma máscara de NDVI e sua interseção com os objetos adequados a este estudo do *OpenStreetMap* (OSM), como camadas base a serem comparadas entre si para gerar o produto de áreas verdes. É uma perspectiva de médio/longo prazo testar insumos de imagens de altíssima resolução e algoritmos de inteligência artificial para segmentação e classificação automatizada. De

toda forma, considera-se que um mapeamento seguindo a metodologia aqui apresentada servirá como base para coleta de amostras de qualidade que treinem o algoritmo futuramente.

Com a perspectiva de escalar para outras técnicas, optou-se por utilizar os insumos do *Brazil Data Cube* (BDC)¹⁶, com dados organizados em cubos por séries temporais e já pré-processados (*Analysis Ready Data*). A plataforma é aberta e permite a implementação de diversos algoritmos para trabalhar com as linguagens *Python* e *R*, em nuvem ou localmente com os dados disponibilizados. Já existe um cubo de dados com as imagens Sentinel-2 disponível na plataforma, do qual se pode extrair séries temporais desde 2017, data do lançamento do satélite.

Como a opção adotada para a presente metodologia foi a de buscar técnicas elementares e acessíveis, que possam ser escaláveis tanto em nível territorial (para todo o território nacional) quanto em outras técnicas (para algoritmos de segmentação mais sofisticados), optou-se por extrair a camada de NDVI já calculada e disponibilizada como banda no cubo de 16 dias (ou seja, com imagens compostas a partir de intervalos de 16 dias), do Sentinel-2 (S2-16D-2) disponível na plataforma BDC do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de forma que se tenha controle sobre os metadados e sobre o cálculo realizado para obter o NDVI.

A adoção do OSM como camada adicional para o mapeamento, em conjunto com o NDVI, baseou-se na experiência já citada do DANE. Além desta experiência, a utilização do *OpenStreetMap* como fonte para o mapeamento de Áreas Verdes Urbanas também foi realizada no Projeto *Mapbiomas*, que realizou um estudo específico para vegetação urbana (HIRYE *et al.*, 2024). A partir de uma compatibilização da classificação de Cobertura e Uso da Terra, já realizada anualmente pelo Projeto, para classes de vegetação urbana e periurbana a partir de delimitação dos setores censitários do IBGE, foram adicionadas, após validação, as camadas com as etiquetas de Praças e Parques do OSM. Há uma discussão importante, inclusive, sobre seus potenciais e limitações, pois o *MapBiomas* estima que 12% dos municípios brasileiros não possuem as feições de Parques e Praças mapeadas no OSM.

O mapeamento colaborativo, do qual o OSM é um dos maiores expoentes, tem a vantagem de possuir uma base de dados produzida por uma ampla rede de usuários e ser constantemente atualizada, especialmente em áreas urbanas. O fato de ser *open source* permite o acesso livre aos dados, sem custos. Estudos já demonstram boas acurácias posicionais e completude do OSM (ZIELSTRA & ZIPF, 2010), reforçando sua viabilidade como complemento para a composição de mapeamentos oficiais. É importante considerar, no entanto, que há diferenças regionais na qualidade e quantidade do mapeamento, principalmente em países de áreas continentais como o Brasil, e que há uma grande diversidade de classes de mapeamento, trazendo a necessidade de protocolos bem estabelecidos para uma integração semântica com o tema de interesse a uma proposta

16 A plataforma e documentação estão disponíveis na web em <https://data.inpe.br/bdc/web/>. Consulta em 08/05/2025.

sólida de validação dos dados para que se possa considerar seu uso (SILVA & CAMBOIM, 2021).

Proposta para o IBGE

Fontes de dados

- Camada de informação matricial do NDVI calculado a partir de composição de imagens Sentinel-2, com resolução espacial de 10 metros, advinda do BDC (S2-16D-2), escolhida em data única a partir de série temporal do ano de 2019, para os municípios de Guarulhos (*Tile 028030*) e Palmas (*Tile 027016*). Foi escolhida, para cada *Tile*, uma composição de 16 dias (uma imagem) que estivesse sem nuvens na área de interesse do mapeamento, em meses chuvosos, preferencialmente.
- Camadas de informação vetoriais de áreas verdes extraídas do *OpenStreetMap* com o *plugin* do *software* QGIS denominado *QuickOSM*, conforme etiquetas mostradas no Anexo 2.
- Malha de Setores Censitários do IBGE, do ano de 2022.
- Grade Estatística do Censo Demográfico 2010 do IBGE, para elaboração de aproximação do DEGURBA¹⁷.
- Base de dados geoespaciais de Áreas Urbanizadas, do IBGE, com o ano de referência 2019.
- Camada de informação vetorial das Faces de Logradouros, do Censo Demográfico 2022, do IBGE.
- Geosserviço de mosaicos de imagens do satélite Planet, fornecidos pela Polícia Federal, através da Plataforma SCCON, utilizado para validação e checagem de áreas verdes urbanas, com controle de datas e em maior resolução espacial¹⁸.
- Geosserviços do *Google Hybrid*, *Bing*, *OpenStreetMap*, disponíveis no *plugin QuickMap Services* do *software* QGIS, para eventuais conferências de rótulos e feições em imagens de alta resolução.

Procedimentos operacionais

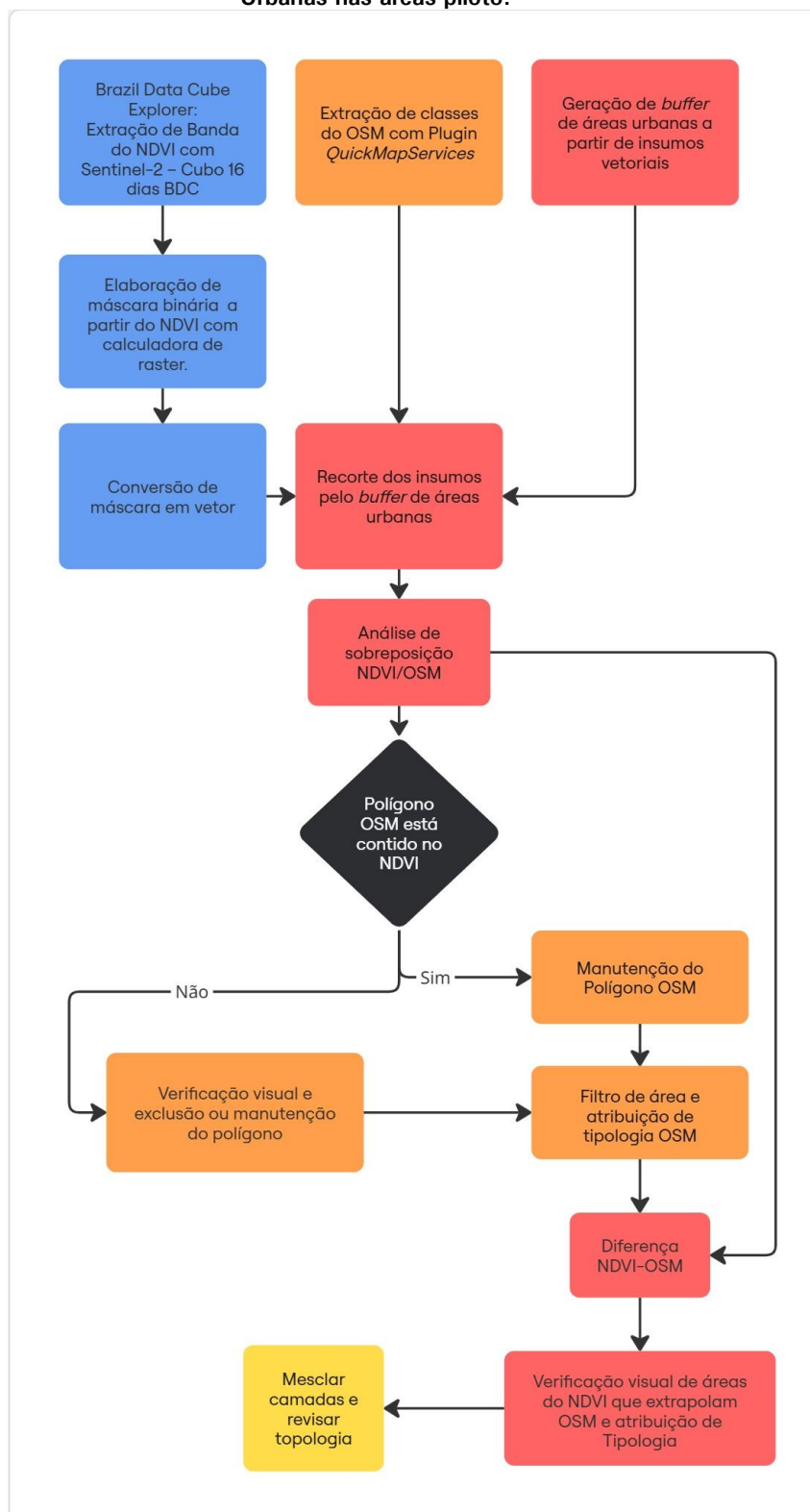
Utilizando o QGIS como *software* de Sistema de Informação Geográfica para processar as análises espaciais, foram carregados os insumos acima descritos para realização do mapeamento. A partir da camada de NDVI foi extraída uma máscara binária de vegetação/não-vegetação, posteriormente recortada pelo *buffer* do Centro Urbano e

¹⁷ Em junho/2025 foi disponibilizada a nova versão da Grade Estatística, para o ano de 2022 (<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/43687-ibge-atualiza-grade-estatistica-com-dados-do-censo-demografico-2022>). Como a presente investigação já estava em fase de revisão para publicação, foi mantido o dado da Grade 2010 na metodologia.

¹⁸ Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados. Disponível em: <https://plataforma-pf.scon.com.br/#/>. Acesso em: 12/07/2025.

vetorizada. Em paralelo, foi feita a extração dos polígonos OSM para a área interna ao *buffer*. Estas duas camadas foram sobrepostas e uma análise foi feita, inicialmente para os polígonos OSM que estão ou não concordantes com a máscara de NDVI e, em um segundo momento, foi feita uma avaliação visual para os polígonos do NDVI que extrapolam a sobreposição com o OSM. Ao final, foram mantidos os polígonos OSM validados pelo NDVI e os polígonos de NDVI extrapolados, validados por interpretação visual, em suas geometrias originais. Os procedimentos descritos estão ilustrados no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma de processamentos realizados no mapeamento de Áreas Verdes Urbanas nas áreas piloto.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Tabela de atributos

Ao final do mapeamento, o dado geoespacial vetorial (em formato *shapefile*) produzido traz a tabela de atributos conforme descrita no Quadro 4.

Quadro 4 – Tabela de atributos do dado geoespacial de Áreas Verdes Urbanas.

Campo	Descrição
ID	Identificador da feição
origem	Descritor de qual camada é a originária do polígono: “OSM” – para polígonos extraídos do OSM que foram validados com a máscara do NDVI e “NDVI” – para polígonos presentes apenas na máscara de NDVI
area_ha	Área do polígono em hectares
tipologia	Tipologia com as categorias de AVU: Parque Urbano Área Verde Institucional Jardim Botânico Área Protegida Não CNUC Área Protegida CNUC Horto Florestal Bosque Canteiro Praça Agricultura Urbana Área Verde Potencial

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Aplicação em testes-piloto

Guarulhos (SP)

A seguir serão descritas as etapas de preparação do mapeamento de Áreas Verdes Urbanas em Guarulhos (SP) e seus resultados geoespaciais experimentais, com discussões tanto de algumas etapas metodológicas quanto do resultado alcançado.

Máscara de NDVI

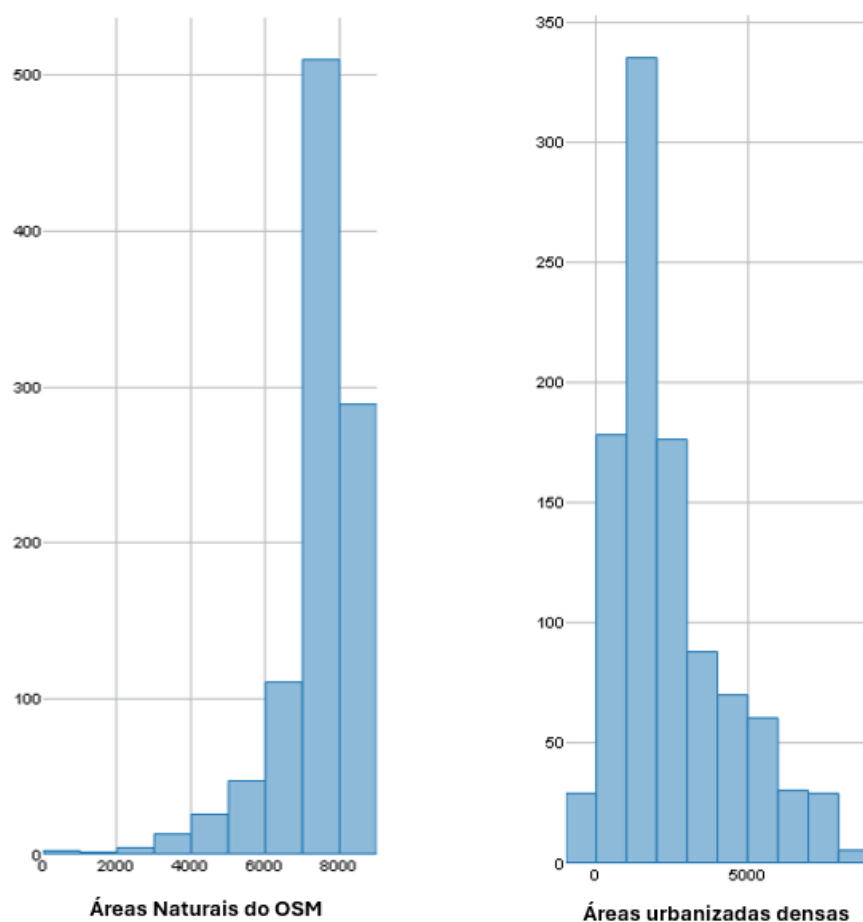
No Cubo de Dados do Sentinel-2/MSI - Level-2A - Data Cube - LCF 16 days (S2-16D-2) disponibilizado pelo INPE, recortado pela grade *Small*, o município de Guarulhos está todo inserido no *Tile 028030*. A partir de uma avaliação da série temporal de janeiro a dezembro do ano de 2019, na interface do *BDC Explorer*¹⁹, foi escolhida a banda NDVI da imagem de satélite referente à data de 30/09/2019. Ressalta-se que se trata de uma composição de imagens com a menor cobertura de nuvens em 16 dias entre esta data e a próxima do intervalo.

O NDVI do Cubo S2-16D-2 é normalizado para a escala de -10000 a 10000, para evitar números com decimais e facilitar o trabalho no formato *int16*, mais otimizado para manipulação com *raster* na maioria dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Foi elaborada uma análise de distribuição de pontos aleatórios pelo município de Guarulhos no *raster* do NDVI, com pontos em Áreas Urbanizadas Densas, do mapeamento do IBGE, bem como de pontos em áreas que pertenciam aos polígonos de categorias de vegetação natural (valores da etiqueta *natural*) do *OpenStreetMap*, para avaliar a distribuição geral dos valores de NDVI no município, conforme demonstrado na Figura 6.

¹⁹ <https://data.inpe.br/bdc/explorer/explore>

Figura 6 – Histogramas de valores do NDVI em pontos aleatorios em Areas Urbanizadas Densas do IBGE e em Areas Naturais do OSM, em Guarulhos (SP).



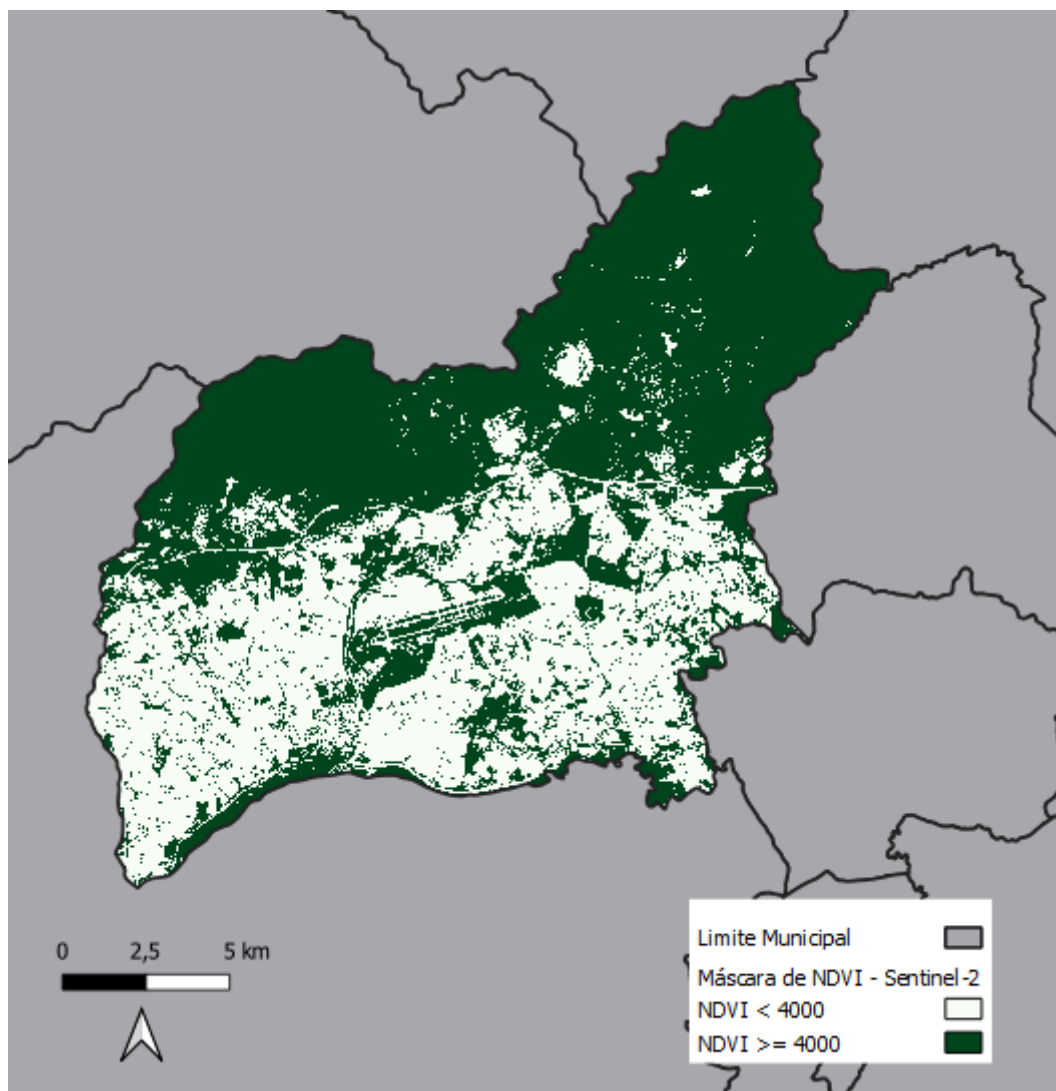
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

A análise dos histogramas demonstra que, ao passo que maior quantidade de valores de NDVI ao longo das Áreas Urbanizadas Densas de Guarulhos se concentra entre os intervalos 0 e 3000, os valores de NDVI nos polígonos de áreas de naturais (com amostras de vegetação campestre e florestal), encontram seu predomínio entre 7000 e 9000, com feições também entre 3000 e 6000, em menor proporção. Foi feito um teste de máscara com os valores de NDVI a partir de 3000 e a partir de 4000 e constatou-se que o NDVI entre 3000 e 4000 ainda trazia muita confusão de alvos com áreas que não são de vegetação, possivelmente de solo exposto com alguma vegetação rasteira, mas que não caracterizariam áreas verdes urbanas. Dessa forma, foi feita uma máscara de NDVI acima de 4000 para o *Tile 028030*, conforme Figura 7.

Observa-se na figura acima, pela máscara de NDVI aplicada, que o município de Guarulhos apresenta em sua porção norte suas áreas mais contínuas vegetadas (em verde), representada pela área do Parque Nacional da Cantareira e pela área predominantemente rural do município. Na área mais densamente ocupada (em branco)

são mostrados pequenos os fragmentos de AVUs, dentre os quais se destacam o Aeroporto de Guarulhos, no centro da cidade, e as áreas de preservação associadas ao Rio Tietê, incluindo o Parque Ecológico do Tietê ao Sul, no limite com o município de São Paulo.

Figura 7 – Máscara do NDVI com valores acima de 4000 para o município de Guarulhos (SP).

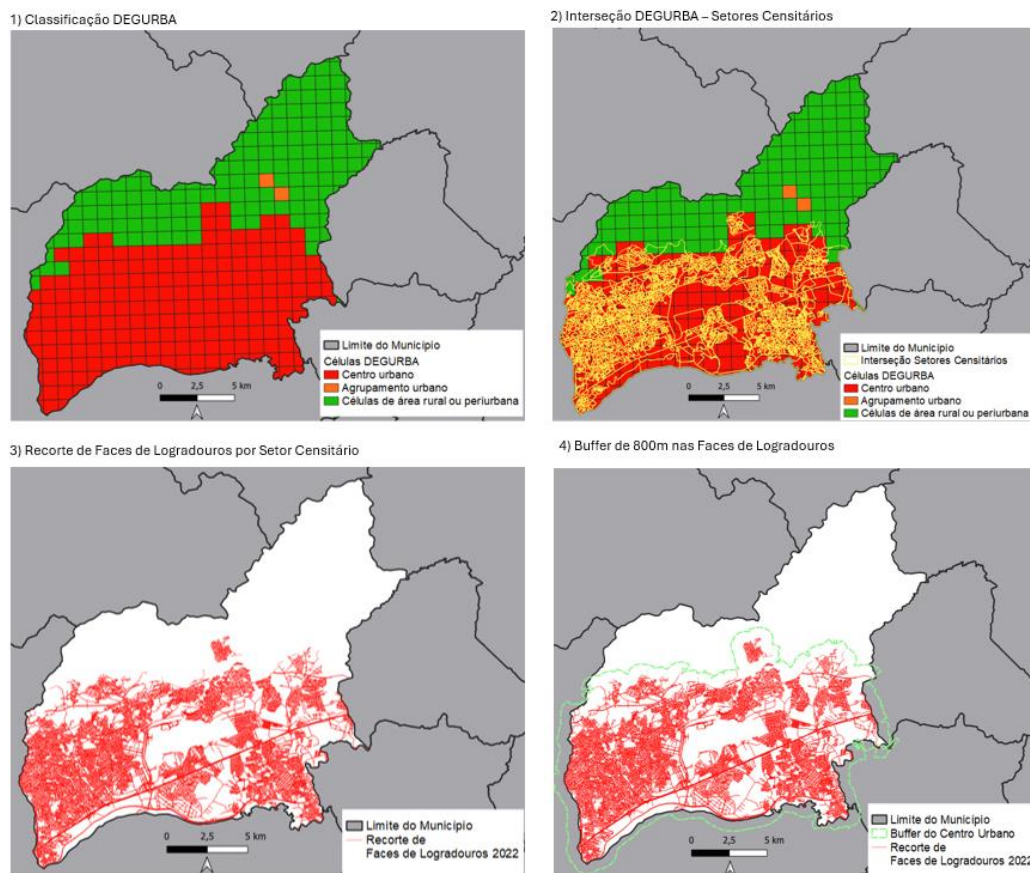


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Criação de *buffer* para Centro Urbano

Conforme descrito na seção de Metodologia desta publicação, algumas etapas foram estruturadas para a delimitação da área de análise a ser considerada nesta Investigação. A seguir, cada etapa será ilustrada para o processamento do *buffer* de Centro Urbano de Guarulhos, na Figura 8.

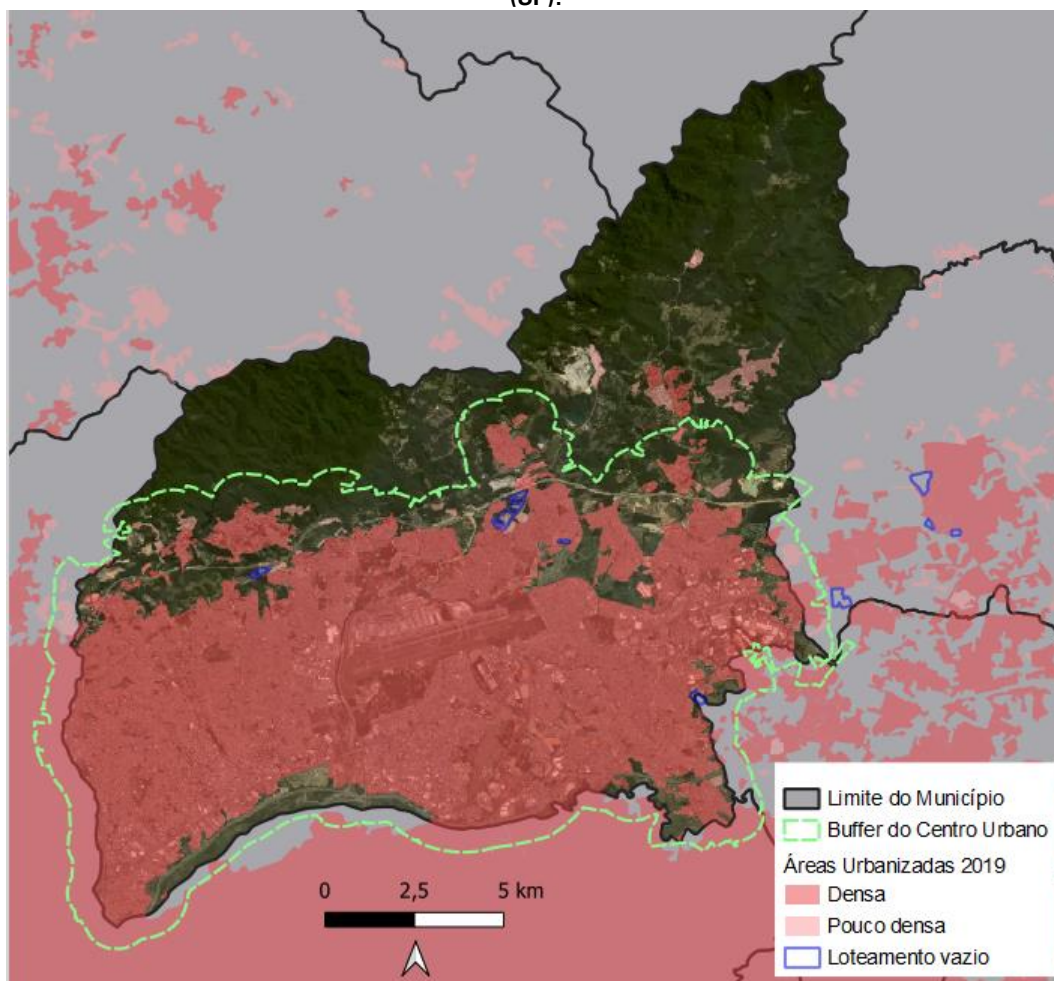
Figura 8 – Etapas realizadas para a área de abrangência do mapeamento de AVUs em Guarulhos (SP).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

É importante ressaltar que, para a atual edição desta Investigação Experimental, trabalhou-se com os dados do Censo Demográfico 2010 para a realização da aproximação conceitual com o DEURBA, o que pode trazer incertezas quanto à atualidade do recorte. A expectativa é que todos os insumos estejam com datas alinhadas, para o ano de referência mais atual do Censo Demográfico, de 2022. A Figura 9 compara o *buffer* de Centro Urbano, utilizado para o mapeamento das AVUs com a mancha de áreas urbanizadas (ÁREAS..., 2019), que também será utilizada para o cômputo das áreas verdes ao final do processo.

Figura 9 – Comparacao das Areas Urbanizadas com o *buffer* do Centro Urbano de Guarulhos (SP).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualizacao composta por imagens do Geosservico Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Extração de polígonos de áreas verdes do OSM

A partir da criação do *buffer*, é feita a extração dos polígonos conforme este recorte para aqueles correspondentes às etiquetas do OSM apontadas no Anexo 2, por meio do *plugin* do software QGIS denominado *QuickOSM*. No mesmo ambiente SIG, as diversas camadas de informação são unidas através da ferramenta *Merge* e um campo de *Tipologia* é criado em sua tabela de atributos, onde uma tipologia de correspondência entre as categorias do OSM e do MMA (conforme Anexo 3) é adicionada.

Depois de classificados os polígonos, foi criado um campo para o cálculo de área em hectares, realizado a partir de cálculo de área baseado no elipsoide, conforme padrão do QGIS (neste caso, como os polígonos não possuem grandes extensões, considerou-se que não há distorção relevante no cálculo de área geodésica). Seguindo a definição da ONU, foram filtrados e mantidos apenas os polígonos com mais de 0,03 ha, no caso do

OpenStreetMap, por ser um insumo mapeado em imagens de alta resolução. Os resultados deste processo são expostos na Tabela 1 e na Figura 10.

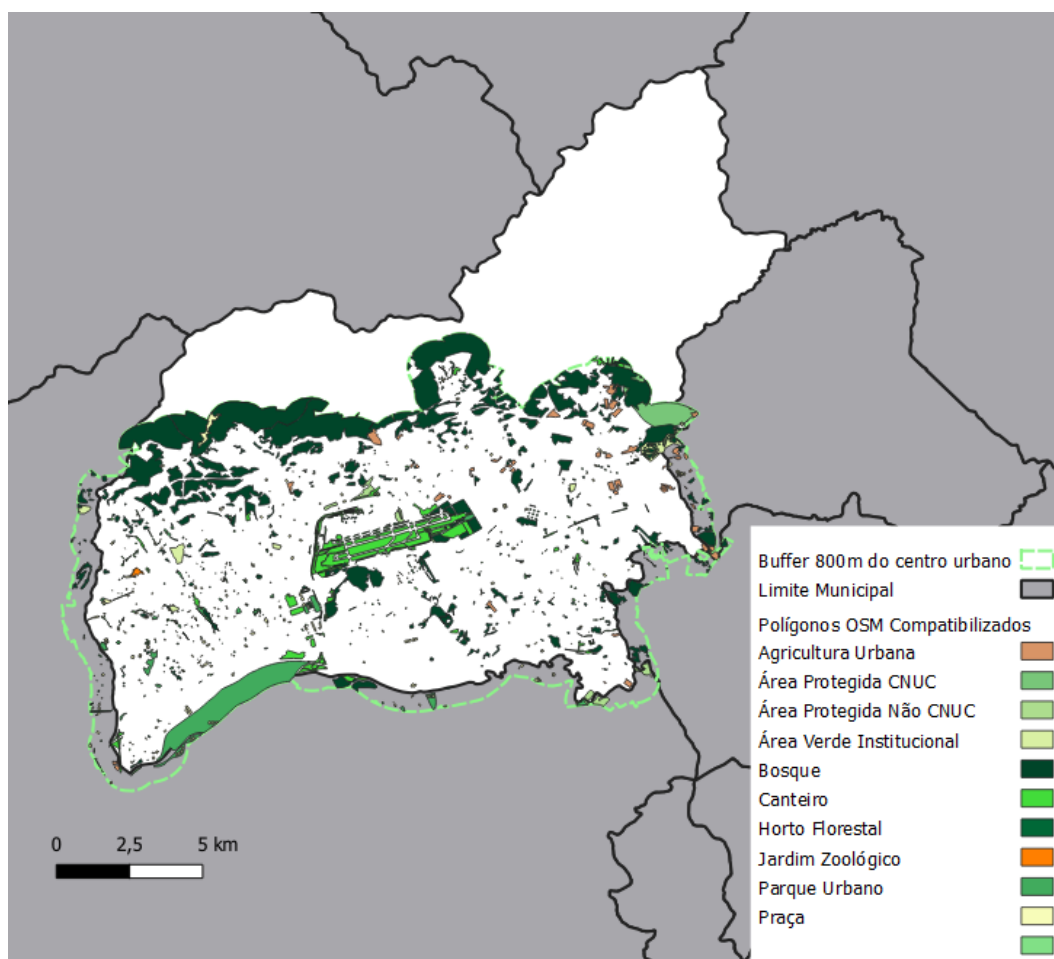
Tabela 1 – Área dos polígonos do OSM traduzidos para tipologia MMA, calculada para Guarulhos (SP).

Tipologia	Extração OSM	
	Área (ha)	Número de Polígonos
Bosque	3063,55	345
Área Protegida CNUC	695,38	6
Parque Urbano	569,47	182
Canteiro	563,19	328
Agricultura Urbana	160,68	56
Praça	118,22	476
Área Verde Institucional	111,56	12
Área Protegida Não CNUC	59,81	7
Jardim Zoológico	6,67	1
Horto Florestal	2,52	15
Total	5351,05	1428

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

É possível notar uma maior quantidade de polígonos de Praças, Bosques e Canteiros, lembrando que as áreas de gramados do Aeroporto Internacional de Guarulhos foram classificadas como “Canteiros”. Em termos de área, a categoria de Bosques se destaca, sobretudo ao norte da área urbana de Guarulhos, onde já predominam as áreas naturais ou áreas urbanizadas de baixa densidade. Já sobre as Praças, apesar no número expressivo, não sobressaem espacialmente, por serem áreas relativamente pequenas em hectares. Cabe destacar que todos estes polígonos foram submetidos a uma validação visual a partir da sobreposição com a máscara de NDVI, que será elucidada a seguir.

Figura 10 – Distribuição espacial dos polígonos de áreas verdes do OSM em Guarulhos (SP).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Validação do OSM pelo NDVI

Antes de realizar a sobreposição dos dados para validação, foi necessário recortar a camada de máscara do NDVI para a área do *buffer* de Centro Urbano delimitado e convertê-la para vetor, de forma que pudessem ser associadas em um único arquivo vetorial. Como o NDVI é um insumo de menor detalhamento do que o OSM, foi definida uma área mínima de 0,4 ha, conforme prevista no manual do ODS 11 como uma escala regional, e mais adequada à resolução do mapeamento proposto nesta Investigação. No entanto, antes de eliminar polígonos com menos de 0,4 ha, foi feita a análise de sobreposição com os polígonos OSM, de forma que aqueles que concordam com o NDVI, e que estivessem entre 0,03 ha e 0,4 ha seriam mantidos.

Quanto à sobreposição, foram ao todo 4 344,15 ha de áreas do OSM que coincidem com o NDVI, que configuram 81,18% da área do dado total extraído via *plugin* do QGIS. Os polígonos de áreas que aparecem no OSM, mas não aparecem como áreas verdes no NDVI ou que concordam apenas parcialmente foram inspecionados e se referem a:

quadras com vegetação sintética ou com vegetação muito degradada, áreas de agricultura urbana cujo corte do NDVI não contemplou, praças que são construídas com pouca superfície plantada, grandes áreas de bosques. Nestas últimas, os polígonos do *OpenStreetMap* parecem ter priorizado fronteiras formais, generalizando as áreas verdes em locais onde havia construções e atividades de mineração. A sua manutenção ou exclusão foi avaliada caso a caso e nenhum polígono teve sua geometria editada de forma que, nesses casos, todo o polígono foi excluído, mesmo que parte dele tivesse coincidência com o NDVI. Alguns casos são demonstrados na Figura 11.

Figura 11 – Exemplos de polígonos do OSM parcialmente sobrepostos a máscara de NDVI.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Por último, o resultado da sobreposição representou ainda uma diferença de área de 574,69 ha redundantes, relacionada ao fato de que a operação de mesclar os polígonos a partir da busca do *OpenStreetMap* trouxe sobreposição entre aqueles que possuíam mais de uma etiqueta (principalmente “Bosque” e “Parque Urbano”), culminando em dupla contagem, por isso, estes foram excluídos por ferramentas de correção topológica do QGIS, mantendo a etiqueta do polígono mais abrangente. Ao final dos tratamentos, foi feito o cálculo de áreas dos polígonos do OSM por tipologia, totalizando 3 178 ha, conforme demonstra a Tabela 2. Pode-se concluir, após a validação, que aproximadamente 95% dos polígonos extraídos do OSM foram mantidos em sua integralidade, porém, em termos de área, apenas 60% da área foi mantida. Isso se deve majoritariamente a extensos polígonos de Bosques e Parques Urbanos, que são traçados

seguindo provavelmente limites formais e administrativos, englobando muitas áreas não vegetadas.

Tabela 2 – Polígonos do *OpenStreetMap* com Tipologia compatibilizada em Guarulhos (SP), antes e depois da validação com NDVI.

	Extração via QuickOSM		Após sobreposição com NDVI	
Tipologia	Área (ha)	Número de Polígonos	Área revista (ha)	Número de Polígonos
Bosque	3063,55	345	2083,17	338
Área Protegida CNUC	695,38	6	32,28	4
Parque Urbano	569,47	182	108,34	173
Canteiro	563,19	328	563,19	328
Agricultura Urbana	160,68	56	148,07	53
Praça	118,22	476	102,85	438
Área Verde Institucional	111,56	12	75,52	9
Área Protegida Não CNUC	59,81	7	59,81	7
Jardim Zoológico	6,67	1	2,25	1
Horto Florestal	2,52	15	2,52	15
Total	5351,05	1428	3178,00	1366

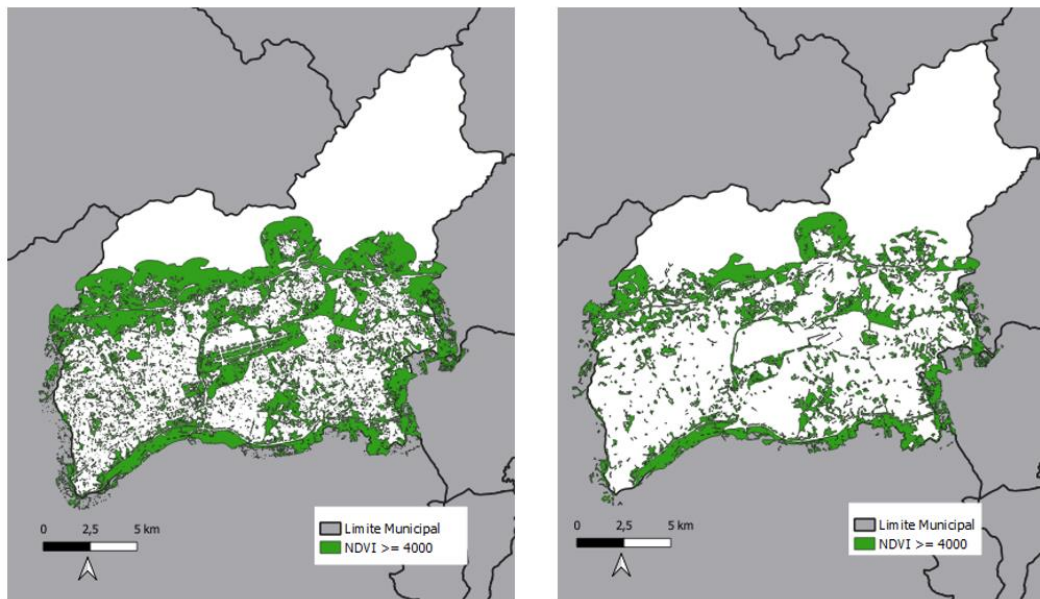
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Adição a partir do NDVI e composição final

A máscara de NDVI requereu alguns tratamentos antes de se consolidar no dado final de AVUs. Inicialmente é realizada, por meio da ferramenta *Diferença* no software QGIS, a subtração dos polígonos do OSM validados a partir de checagem visual da sobreposição com o NDVI, de forma que estes foram mantidos conforme extraídos da etapa anteriormente descrita (Validação do OSM pelo NDVI) para compor o mapeamento final de AVUs. Dessa operação de diferença, restam então, os polígonos do NDVI que extrapolam a camada do OSM.

O segundo processamento que esta camada recebe é a exclusão de áreas que estão dentro de polígonos de Loteamentos Vazios e de Áreas Urbanizadas Pouco Densas, do mapeamento de Áreas Urbanizadas do Brasil do IBGE, de 2019. Este processamento é feito apenas para a camada de informação do NDVI pois é possível perceber que esta capta áreas de quintais residenciais e de áreas em construção residencial, não adequadas para o escopo do mapeamento de AVUs. Posteriormente, também foram excluídos os polígonos menores do que 0,4 ha, considerando a resolução espacial do insumo Sentinel-2, segundo proposta explicitada na metodologia do presente trabalho. Desta forma, o dado vetorizado e processado a partir da máscara de NDVI do Sentinel-2 ficou com 650 polígonos, perfazendo uma área total de 6 208,14 ha (Figura 12).

Figura 12 – Mascara de NDVI antes e depois dos tratamentos, para Guarulhos (SP).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

Foram então unidas as camadas de informação advindas do OSM validado e do NDVI adicionado, e submetidas a uma interpretação visual, buscando classificar a Tipologia dos polígonos da adição a partir do NDVI, além de corrigir feições e incorreções. A atribuição de Tipologia para os polígonos de NDVI é feita visualmente, utilizando como camadas auxiliares o geosserviço da *Planet* para setembro de 2019²⁰, e os geosserviços do *Google Satellite* e *Google Labels*, disponíveis no *plugin QuickMapServices*, do QGIS.

Esta análise dos polígonos implica também a exclusão daqueles que não foram considerados áreas verdes; trata-se de polígonos residuais que extrapolaram as bordas do cruzamento com o OSM por causa da diferença entre o *pixel* Sentinel-2 e o polígono OSM, ou de casos em que se pode perceber, por análise visual, que a área tem uso residencial ou configura-se como um loteamento vazio não identificado pelo mapeamento de Áreas Urbanizadas do IBGE (este identifica majoritariamente loteamentos com arruamento padronizado).

Após essa etapa, houve um decréscimo de áreas, restando 5 595,99 ha de polígonos exclusivos do NDVI (cerca de 90% da área inicial, que era de 6 208,14 ha), cuja distribuição por Tipologia pode ser observada na Tabela 3. A Tipologia dominante é a de Bosque, com 1 814, 06 ha, relacionada às áreas naturais que se encontram no limite do Centro Urbano, externas a ele, mas inseridas no *buffer* do Centro Urbano, conforme indicado na Tabela 3.

²⁰ Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados. Cf. <https://plataforma-pf.scon.com.br/#/>.

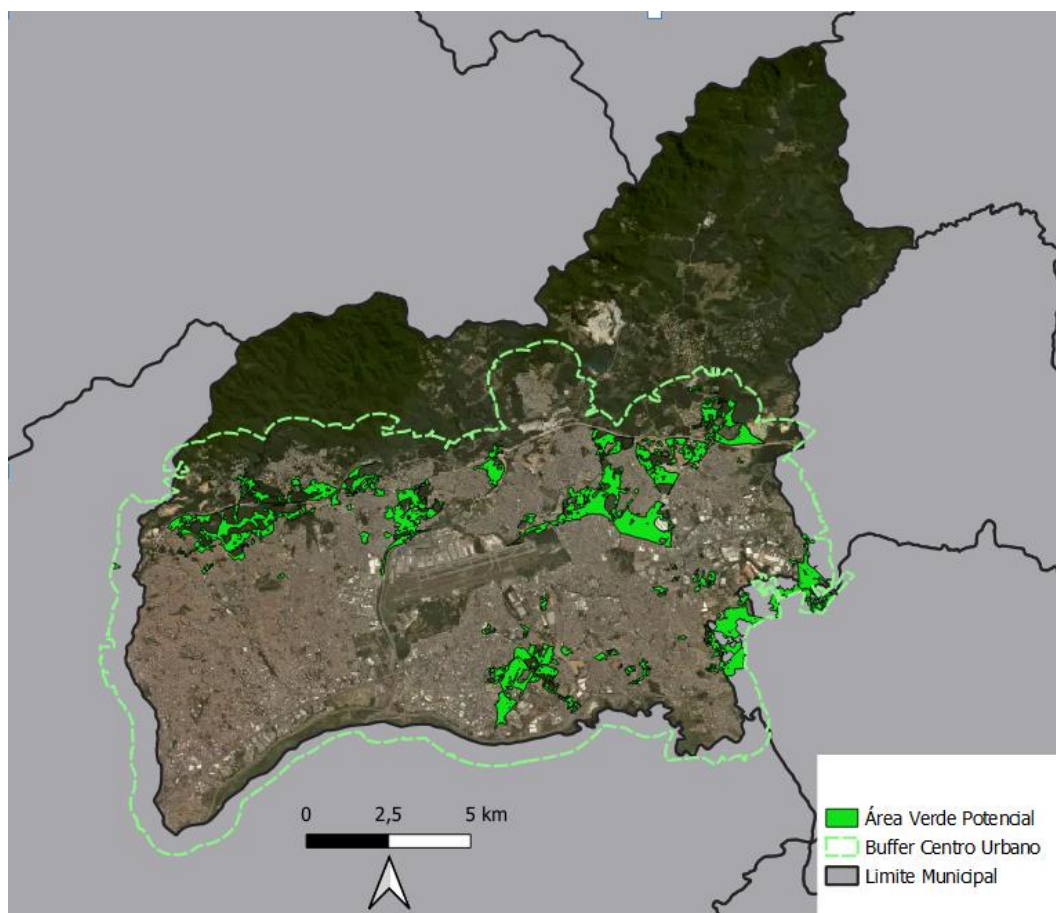
Tabela 3 – Áreas por Tipologia, em hectares, identificadas somente pelo NDVI, em Guarulhos (SP).

Tipologia	NDVI adicionado
Bosque	1814,06
Área Protegida CNUC	253,07
Horto Florestal	3,72
Canteiro	272,42
Área Verde Potencial	1653,43
Jardim Zoológico	5,75
Área Protegida Não CNUC	816,78
Praça	23,16
Agricultura Urbana	17,83
Parque Urbano	520,01
Área Verde Institucional	215,76
Total (ha)	5595,99

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

É importante observar, também, que muitas destas áreas foram classificadas como “Área Verde Potencial” (1 653, 43 ha), conforme exemplificado na Figura 13, que, na definição do MMA são aquelas áreas sem destinação no contexto urbano e que podem ser convertidas a áreas verdes urbanas futuramente, mas que tendem a ser convertidas em moradias ou outros equipamentos urbanos construídos. Além de não configurar uma área verde urbana no presente, esta categoria possui difícil interpretação, pois sem uma validação em campo, é extremamente difícil compreender se são de fato áreas residenciais, loteamentos ou mesmo áreas rurais na franja rural-urbana. Neste sentido, propõe-se nesta Investigação que esta categoria seja excluída no cômputo final de AVUs.

Figura 13 – Área Verde Potencial em Guarulhos (SP).

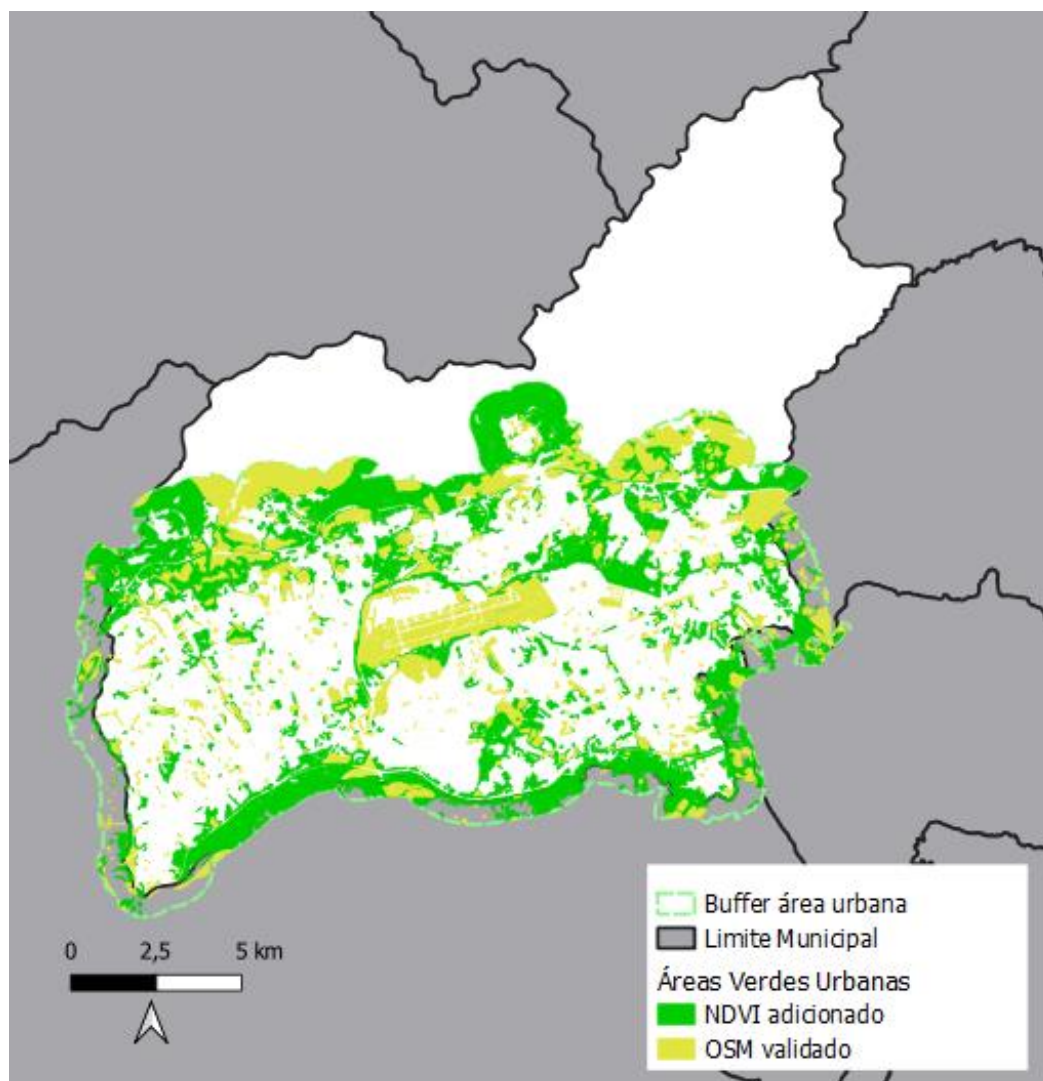


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Nota-se que a identificação de áreas verdes exclusivamente realizada pelo intervalo delimitado no NDVI extrapola em mais de 70%, em área, a identificação produzida pela sobreposição com o *OpenStreetMap*, como mostra a Figura 14. Importante lembrar que o campo cuja origem está apontada como 'OSM validado' consiste nos polígonos onde houve concordância do dado advindo do *OpenStreetMap* com a máscara do NDVI, e a camada 'NDVI adicionado' é o excedente de AVUs identificadas exclusivamente pelo NDVI que não constavam no mapeamento colaborativo do OSM. Outro ponto importante de ser observado é a proporção de área validada do NDVI, onde dos 6 208,14 ha resultantes após os processamentos da etapa anterior, foram considerados válidos 5 595,99 ha (90%), demonstrando que a etapa de revisão é necessária para esta metodologia, mesmo que não se faça edição de polígonos.

Figura 14 – Distribuição das AVU por origem do mapeamento em Guarulhos (SP).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Ao final do processo, foram somadas as áreas verdes do 'OSM validado' e do 'NDVI adicionado' que, considerando a exclusão das categorias de Áreas Verdes Potenciais, ficaram distribuídas como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 – Somatório final das Áreas Verdes Urbanas de Guarulhos (SP).

Tipologia	OSM	NDVI	Total (ha)
	validado	adicionado	
Bosque	1454,64	1814,06	3268,70
Área Protegida CNUC	550,53	253,07	803,60
Horto Florestal	1,57	3,72	5,29
Canteiro	525,51	272,42	797,93
Jardim Zoológico	3,80	5,75	9,55
Área Protegida Não CNUC	81,73	816,78	898,51
Praça	95,52	23,16	118,68
Agricultura Urbana	147,58	17,83	165,41
Parque Urbano	193,39	520,01	713,40
Área Verde Institucional	99,54	215,76	315,30
Total (ha)	3153,81	3942,56	7096,37
Área Verde Potencial	21,21	1653,43	1674,64

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

É importante notar que, do total de áreas mapeadas, que somou 8 771,01 ha, um total de 1 674,64 ha foram considerados Área Verde Potencial (19,09%), polígonos para os quais não se pode avaliar a destinação a partir de interpretação visual ou que não foram facilmente diferenciáveis de áreas de loteamento vazio, e por isso não são considerados no cômputo final de Áreas Verdes Urbanas.

Quanto às AVU, percebe-se o predomínio de áreas da categoria Bosque, que pode ser interpretada como áreas de vegetação natural. É importante observar, no entanto, que esta categoria é difícil diferenciar da categoria Parque Urbano, a não ser por aqueles cujos limites já foram apontados no mapeamento do OSM ou caso sejam validados por algum intérprete com conhecimento prévio de campo ou mesmo com registros administrativos municipais.

As áreas de Agricultura Urbana foram identificadas quase exclusivamente pelo *OpenStreetMap*, através de suas etiquetas de *Orchard* e *Farmland*. As feições consideradas Áreas Protegidas CNUC (Cadastro Nacional de Unidades de Conservação) também foram reconhecidas a partir de atributos do OSM, e complementarmente por cruzamento com bases de dados de Unidades de Conservação (MMA, 2024). As Áreas Protegidas não CNUC foram extraídas em sua maioria da máscara de NDVI, acompanhando vegetação ripária e áreas alagáveis, que se julga estarem preservadas por serem Áreas de Preservação Permanente.

As classes de Praça, Canteiro e Parque Urbano se confundem, tanto nos polígonos cuja origem advém da compatibilização com o OSM, quanto os que foram avaliados visualmente somente a partir da máscara do NDVI, demonstrando que sua classificação possui algum nível de subjetividade. Estas observações reforçam a ideia de que, apesar

de valiosa para a mensuração e contabilização das áreas verdes urbanas, a Tipologia é um atributo que necessita de ao menos uma validação em campo, ou via registros administrativos, para uma versão consolidada de um mapeamento de AVU categorizado.

O total de áreas verdes identificado, 7 096,37 ha, representa 45% das áreas urbanizadas de Guarulhos (SP) (15 652 ha, segundo mapeamento de 2019 do IBGE), o que pode ser considerado excessivo, porém alguns ajustes devem ser considerados. Primeiramente, este valor considerou o *buffer* de Centro Urbano, feito considerando a distância de 800 m proposta pela *UN-Habitat* como indicador de acesso para o cálculo do indicador 11.7.1 do ODS, para favorecer a usabilidade da presente metodologia experimental ao indicador, que o Brasil tem o compromisso internacional de monitorar.

Porém, ressalta-se que, adicionalmente para este indicador, será necessário ainda compreender quais destas áreas são de uso público e servem de fato ao usufruto da população. Pode-se, nesse caso, excluir áreas verdes institucionais, como os canteiros do aeroporto de Guarulhos, algumas áreas de agriculturas urbanas, dentre outras. Ou seja, para o cálculo das proporções de áreas verdes e os serviços que oferecem, é necessário um refinamento da Tipologia e avaliação de quais casos se aplicam a diferentes objetivos.

Como há Unidades de Conservação (UCs) estaduais no entorno imediato de Guarulhos (Parque Estadual da Cantareira e Parque Estadual de Itaberaba), o *buffer* trouxe polígonos bastante extensos de Bosques e Áreas Protegidas. Caso se queira avaliar a proporção de áreas verdes apenas no interior do tecido urbano de Guarulhos, é possível fazer um recorte a partir do mapeamento de Áreas Urbanizadas do Brasil do IBGE, gerando os resultados expostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Áreas verdes no interior das Áreas Urbanizadas do IBGE, por origem e tipologia, para Guarulhos (SP).

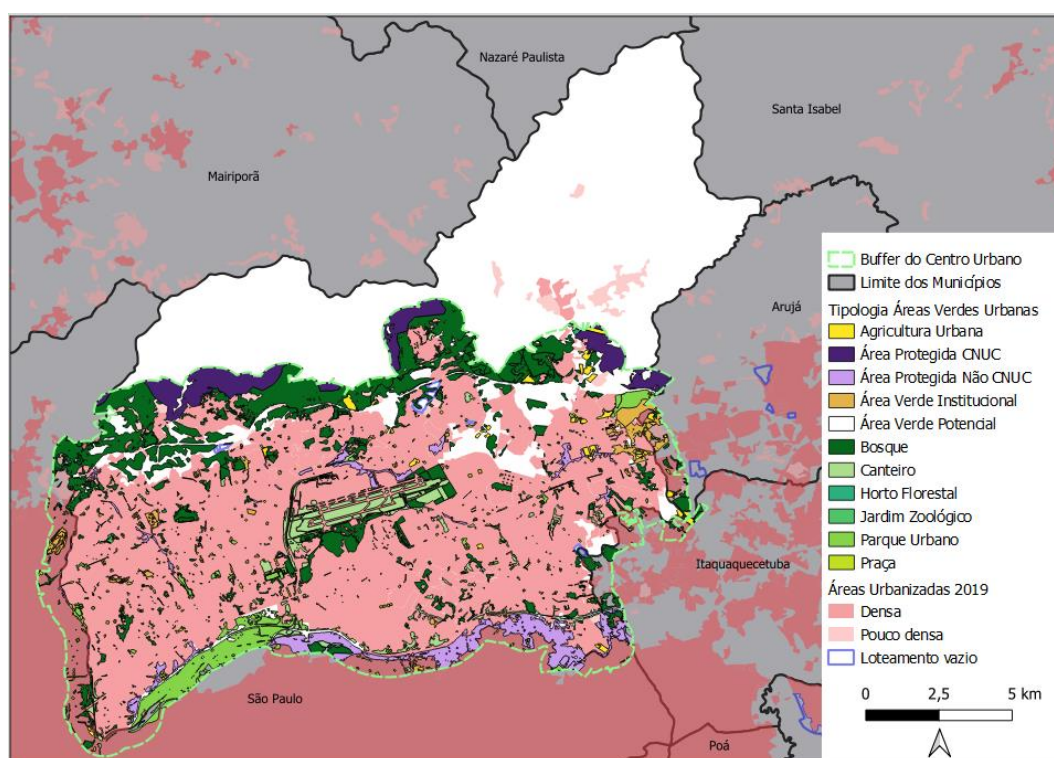
Tipologia	OSM validado	NDVI adicionado	Total (ha)
Bosque	1078,49	1747,61	2826,10
Área Protegida CNUC	513,48	0,00	513,48
Horto Florestal	1,57	0,00	1,57
Canteiro	493,36	252,83	746,19
Parque Urbano	142,99	500,80	643,79
Área Protegida Não CNUC	58,39	816,37	874,76
Área Verde Institucional	81,89	182,55	264,44
Agricultura Urbana	54,41	6,55	60,96
Praça	76,83	19,06	95,89
Jardim Zoológico	3,80	5,75	9,55
Total (ha)	2505,21	3531,52	6036,73
Área Verde Potencial	21,21	1599,38	1620,59

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Considerando apenas aquelas contidas no interior das Áreas Urbanizadas de Guarulhos (SP), a área computada de AVU é reduzida em 1 059 ha (14% de diferença), passando a somar 6 036,73 ha, e a proporção passa a ser de 38% em relação às Áreas Urbanizadas mapeadas pelo IBGE (ÁREAS..., 2022). As tipologias de Parque Urbano, Bosque e Áreas Protegidas CNUC sofrem grande redução, devido a estas feições de áreas verdes concentrarem-se nas bordas norte e sul do município de Guarulhos, tanto as que vieram do mapeamento do OSM quanto as identificadas exclusivamente pelo NDVI.

Neste sentido, avalia-se que é importante possuir a contabilização das AVU para os dois parâmetros, e que sejam incluídas e refinadas as tipologias, para que o resultado seja versátil o suficiente para atender a diferentes objetivos, como a mensuração de serviços ecossistêmicos, a gestão de espaços de lazer, o mapeamento de agricultura urbana, dentre outros. A versão final da AVU, por Tipologia, e para os dois recortes – Centro Urbano do DEGURBA e Áreas Urbanizadas do IBGE – está representada na Figura 15.

Figura 15 – Áreas Verdes Urbanas de Guarulhos (SP), por Tipologia, segundo recortes espaciais de Centro Urbano e de Áreas Urbanizadas.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Palmas (TO)

A seguir serão descritas as etapas de preparação do mapeamento de Áreas Verdes Urbanas em Palmas (TO) e seus resultados experimentais, conforme metodologia já descrita nesta Investigação, com discussões de suas etapas e do resultado encontrado.

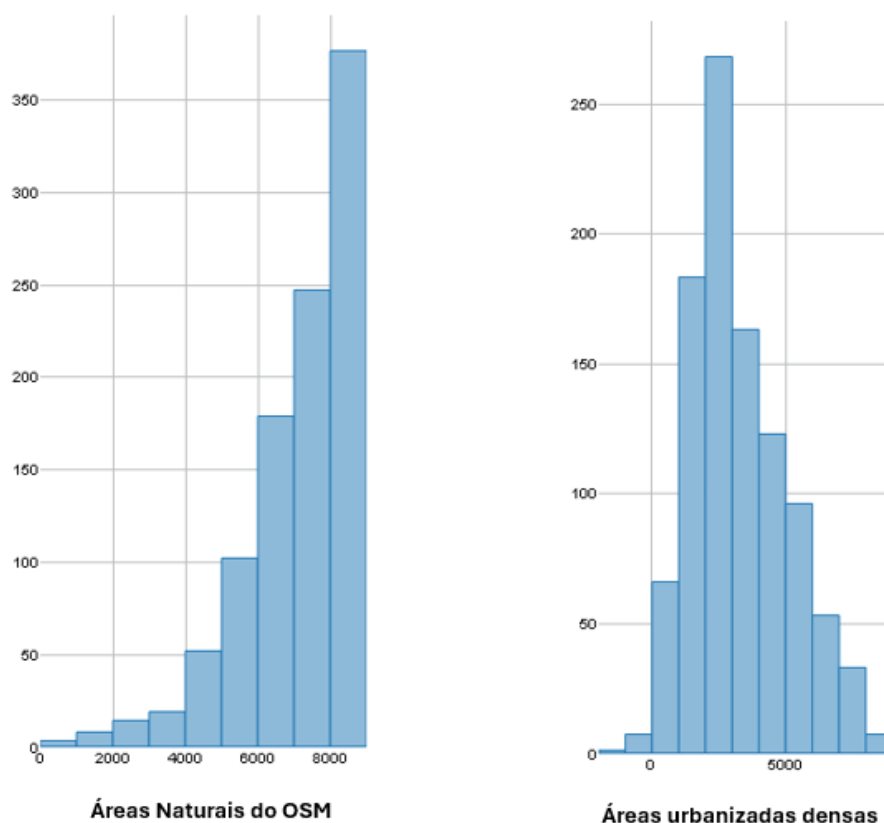
Máscara de NDVI

No Cubo de Dados *Sentinel-2/MSI - Level-2A - Data Cube - LCF 16 days* (S2-16D-2) já disponibilizado pelo INPE, recortado pela grade *Small*, o município de Palmas (TO) está totalmente inserido no *Tile 027016*. A partir da avaliação da série temporal de janeiro a dezembro do ano de 2019 na interface do *BDC Explorer*²¹, foi escolhida a banda NDVI da imagem referente à data de 19/12/2019 (lembrando que se trata de uma composição de imagens com menos nuvens de 16 dias entre esta data e a próxima do intervalo).

Conforme já explicado, o NDVI do cubo S2-16D-2 é normalizado para a escala de -10000 a 10000. Para Palmas (TO), foi feita a mesma análise exploratória daquela realizada em Guarulhos (SP), com uma amostragem de *pixels* de forma aleatória em toda a região, considerando as Áreas Urbanizadas Densas mapeadas pelo IBGE e as áreas com a etiqueta Natural do *OpenStreetMap* (OSM), resultando nos histogramas da Figura 16.

²¹Acesso aos dados do *Brazil Data Cube*, realizado pelo endereço eletrônico <https://data.inpe.br/bdc/explorer/explore>

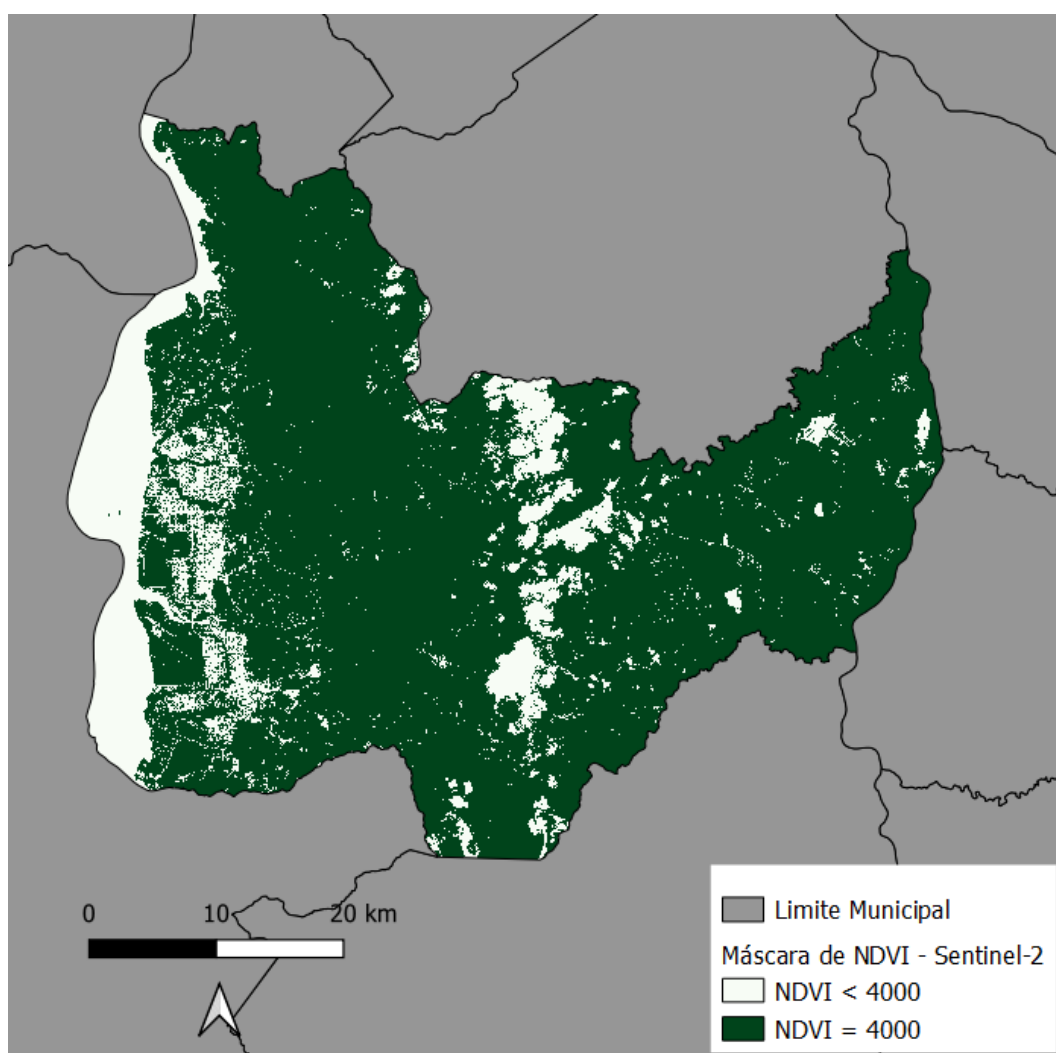
Figura 16 – Histograma de valores do NDVI em pontos aleatorios em Areas Urbanizadas Densas do IBGE e em areas Naturais do OSM em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

É possível perceber que Palmas possui uma amplitude maior de distribuição para o NDVI, em faixas entre 0 e 8000, dentro do tecido urbano, comparado com Guarulhos, ao mesmo tempo em que o NDVI de áreas consideradas naturais também está mais disperso, aumentando sua frequência já a partir do valor 4000. Considerando as análises realizadas, foi feito o mesmo corte de 4000 para o valor da máscara de NDVI em Palmas. Porém, se espera mais confusão entre os alvos e uma presença maior de áreas apontadas como áreas verdes na cidade de Palmas a serem inspecionadas visualmente, pois o padrão de ocupação dela é mais horizontal, quando comparado a Guarulhos, e com mais áreas com cobertura natural. O resultado da máscara de NDVI para a cidade de Palmas é apontado na Figura 17.

Figura 17 – Máscara de NDVI acima de 4000 para o município de Palmas (TO).



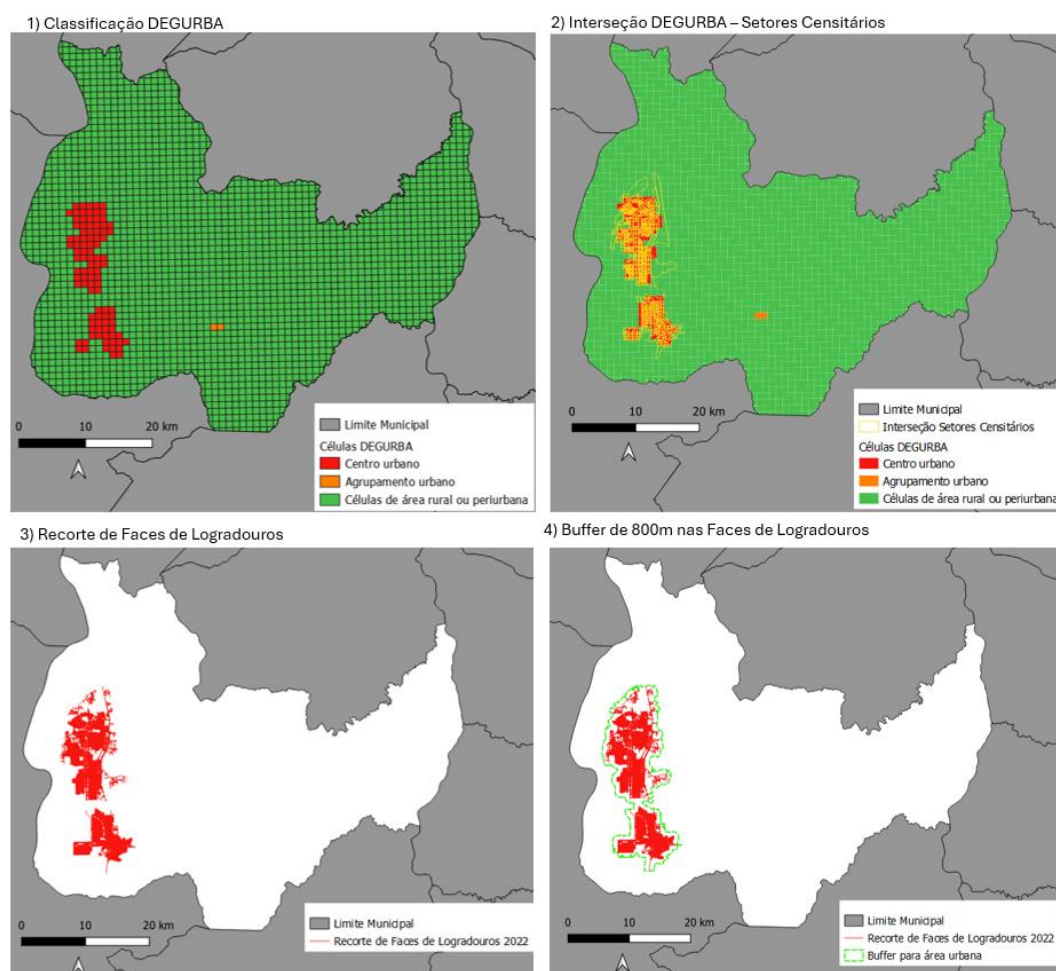
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Observa-se, na figura acima, pela máscara de NDVI aplicada, que o município de Palmas, de forma geral, apresenta grande extensão de áreas contínuas vegetadas (em verde). A área contínua em branco a oeste no município é o Rio Tocantins, pois a água no NDVI apresenta valores negativos ou até zero. A mancha urbana de Palmas está próxima ao Rio, representada por uma mancha branca bastante linear, denotando seu caráter de cidade planejada. Mais a leste, as manchas em branco se referem a nuvens, a áreas de solo exposto em áreas agrícolas e alguma encostas não vegetadas em área montanhosa ao centro do município.

Criação de *buffer* para Centro Urbano

A Figura 18 expõe o processo de delimitação do *buffer* para o Centro Urbano de Palmas (TO), segundo as orientações do DEGURBA, conforme descrito no item da Metodologia.

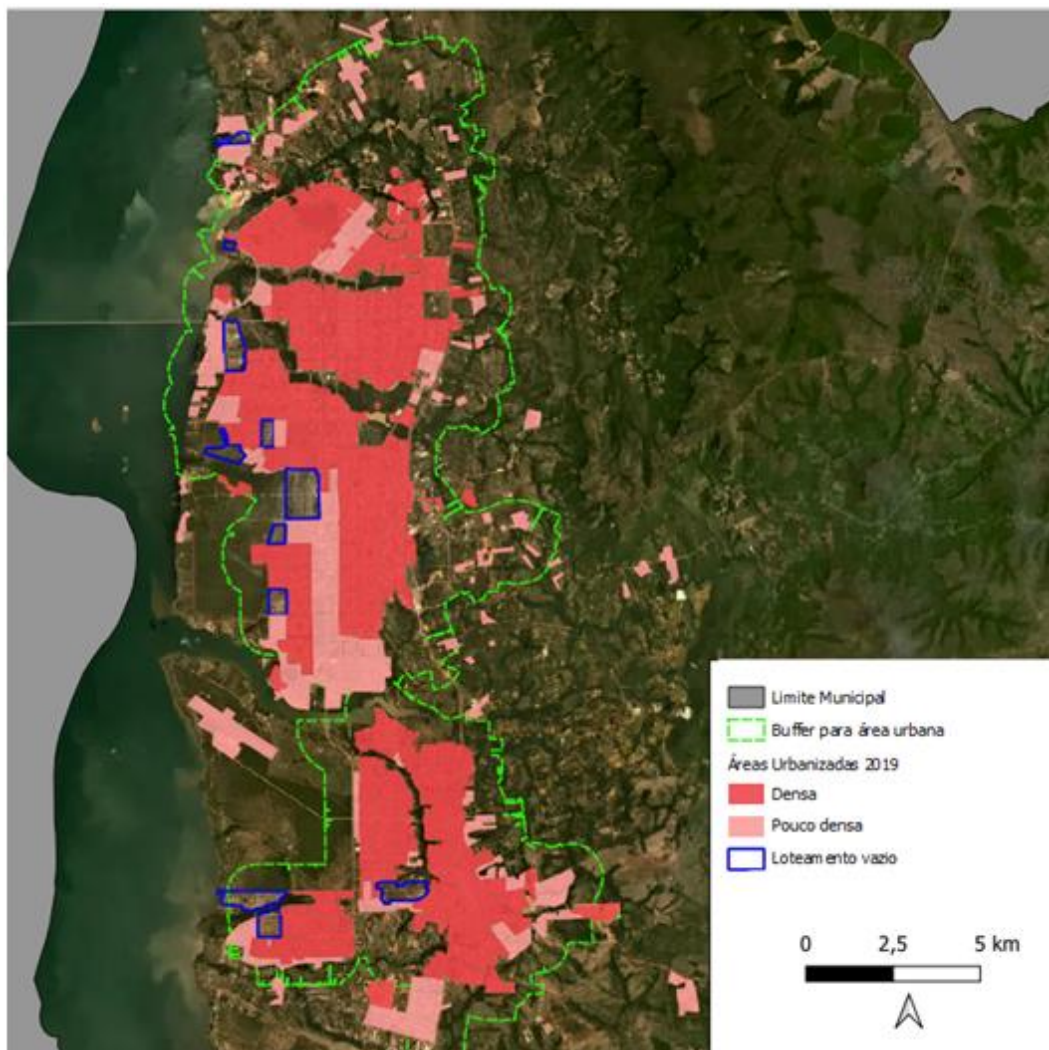
Figura 18 – Criação de *buffer* para área do Centro Urbano de Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

A limitação já mencionada com relação à diferença de data dos insumos é mais premente para Palmas (TO), que possui um ritmo de expansão urbana mais acelerado que Guarulhos (SP), tendo uma defasagem importante nos dados de população, que foram de 2010, e de áreas urbanizadas e da imagem de satélite de referência, de 2019, ainda comparados aos insumos de Setores Censitários e Faces de Logradouros, de 2022. Tal limitação deve ser considerada ao avaliar os resultados do mapeamento. A Figura 19 compara o *buffer* utilizado como referência para a identificação das Áreas Verdes Urbanas com a mancha de Áreas Urbanizadas do IBGE, de 2019, e com a imagem de satélite para o ano de 2022.

Figura 19 – Comparacao das Areas Urbanizadas com o *buffer* do Centro Urbano de Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Extração de polígonos de áreas verdes do OSM

Para Palmas, foi realizado o mesmo procedimento de extração de polígonos do OSM a partir do plugin *QuickOSM* no QGIS, calculada sua área, eliminados os polígonos menores que 0,03 ha e feita a compatibilização das Tipologias, totalizando uma quantidade de 685 polígonos e 2131,05 ha de áreas.

O mapeamento do OSM em Palmas (TO) não possui todas as categorias apontadas na tabela do Anexo 1. Não é possível avaliar se isso se deve ao fato de a cidade de Palmas não ter tantos equipamentos quanto Guarulhos, como campos de golfe, horto, áreas

verdes turísticas etc., ou se o próprio mapeamento em Palmas é deficiente, se comparado a Guarulhos, considerando ser o OSM fruto de trabalho de pessoas voluntárias. É possível perceber que algumas estruturas, como as rotatórias verdes, bastante presentes em Palmas, possuem apenas parte de suas feições mapeadas, trazendo indícios para a segunda hipótese. Esta diferença na completude dos mapeamentos traz uma ressalva para se trabalhar com o OSM em escala nacional. Os resultados da extração de polígonos OSM para Palmas estão representados na Tabela 6 e na Figura 20.

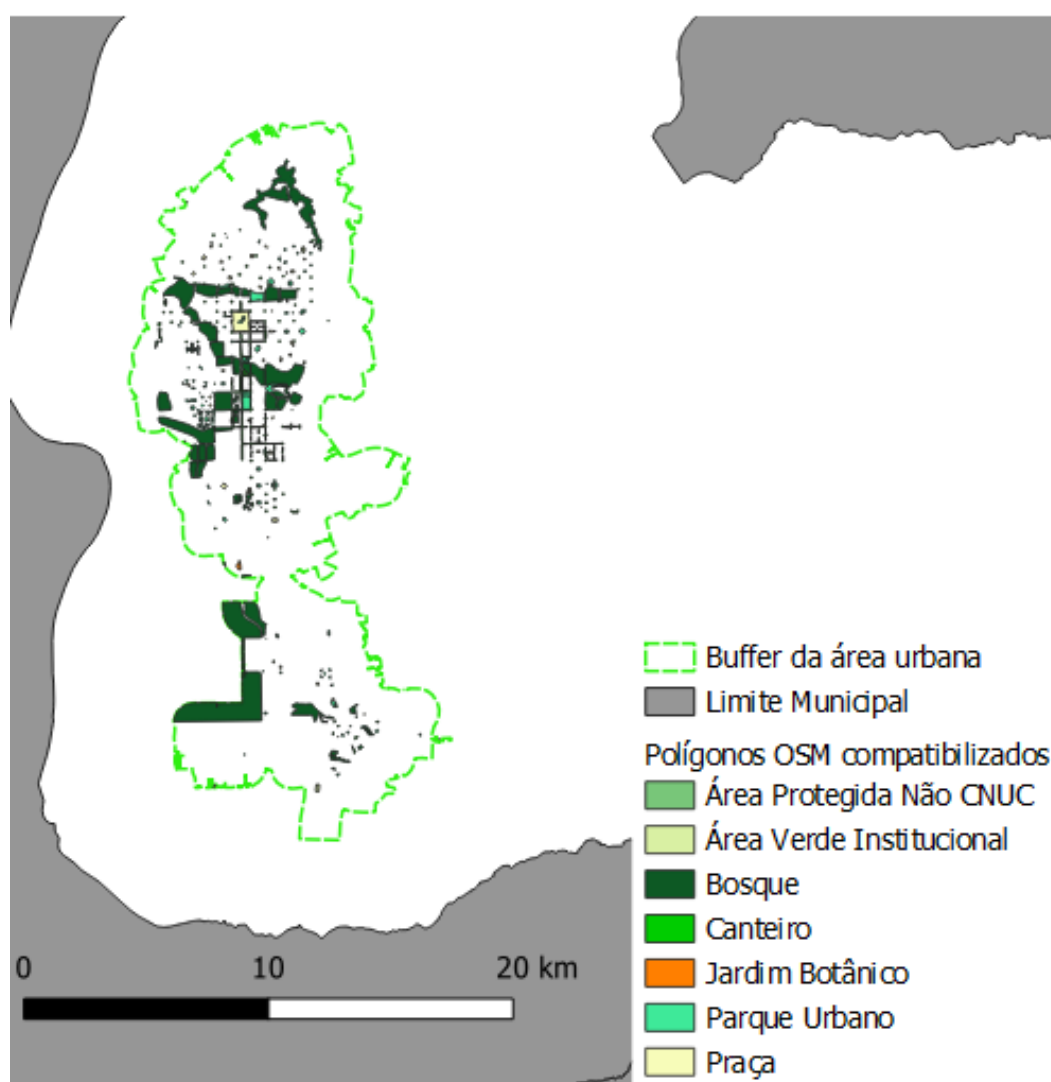
Tabela 6 – Área dos polígonos do OSM em Palmas (TO), traduzidos para a Tipologia do MMA.

Extração via QuickOSM		
	Área (ha)	Número de Polígonos
Bosque	1594,99	66
Parque Urbano	357,48	149
Canteiro	113,92	353
Praça	53,19	107
Área Verde Institucional	6,95	7
Jardim Botânico	4,39	1
Área Protegida Não CNUC	0,13	2
Total	2131,05	685

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Em Palmas (TO) é possível notar que há diferença na classificação do OSM para feições do mesmo tipo, como por exemplo as rotatórias, feições bastante presentes no mapeamento, cuja classificação no OSM variou entre *grass*, *wood*, *park*, o que na tradução proposta na presente metodologia, gera feições de “Parque Urbano” ou “Praças”, ao invés de “Canteiros”. Este fato suscita a reflexão de que a tradução do OSM para as tipologias é útil, mas pode passar por um processo de decisão mais complexo, com mais de uma possibilidade para cada classe. A classe de Bosque, que predomina em área, se refere a áreas de matas ciliares, que possivelmente são áreas de preservação permanente (o que as enquadraria em “Área Protegida Não CNUC”) e a áreas de vegetação preservada no entorno do município.

Figura 20 – Distribuição espacial dos polígonos de áreas verdes do OSM em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Validação do OSM pelo NDVI

A análise de sobreposição de polígonos entre as camadas do OSM e a de máscara do NDVI foi feita utilizando a metodologia já descrita anteriormente. Como resultado, foram ao todo 1923,89 ha (90,2% do total) de áreas do OSM coincidentes com a máscara do NDVI e 188,03 ha (8,8% do total) de áreas que estão no OSM, porém não estão no NDVI, e um resíduo de 19,13 ha de áreas de sobreposição de polígonos e outras imprecisões topológicas advindas da extração.

Neste caso de Palmas (TO), as discordâncias estão em sua maior parte no interior dos polígonos, ou seja, parte do polígono OSM é considerada área verde e parte não é, segundo os critérios da máscara de NDVI. Normalmente isto ocorre em áreas de praças ou parques que misturam elementos construídos com vegetação. Estes polígonos foram

avaliados caso a caso e sua permanência foi mantida ou excluída, sem a opção edição do polígono OSM.

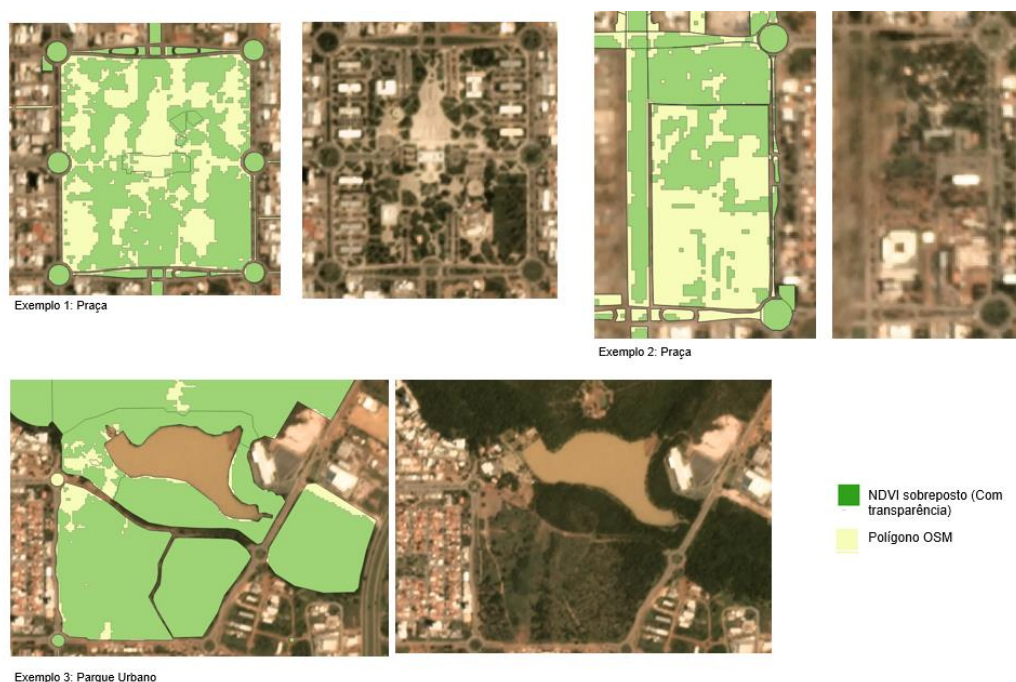
Além disto, muitos polígonos de quadras esportivas construídas foram classificados como Praças devido à correspondência do atributo *pitch*, do OSM, e foram excluídas (apesar do número de polígonos, essa feição não representa diferença tão significativa de área). Algumas áreas foram reclassificadas para Bosque, por não haver referência explícita a parques ou praças na validação visual. Ao final do processo, a camada advinda do *OpenStreetMap* possuía 606 polígonos, com um total de 2 037,40 ha. A Tabela 7 mostra as áreas das Tipologias encontradas. Alguns exemplos de sobreposições são expostos na Figura 21.

Tabela 7 – Polígonos do *OpenStreetMap* com Tipologia compatibilizada em Palmas (TO), após sobreposição com NDVI.

	Extração via QuickOSM		Após sobreposição com NDVI	
	Área (ha)	Número de Polígonos	Área (ha)	Número de Polígonos
Bosque	1594,99	66	1757,38	70
Parque Urbano	357,48	149	131,50	129
Canteiro	113,92	353	97,93	332
Praça	53,19	107	40,20	72
Área Verde Institucional	6,95	7	6,00	2
Jardim Botânico	4,39	1	4,39	1
Área Protegida Não CNUC	0,13	2	0,00	0
Total	2131,05	685	2037,40	606

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Figura 21 – Exemplos de polígonos do OSM parcialmente sobrepostos a máscara de NDVI em Palmas (TO).



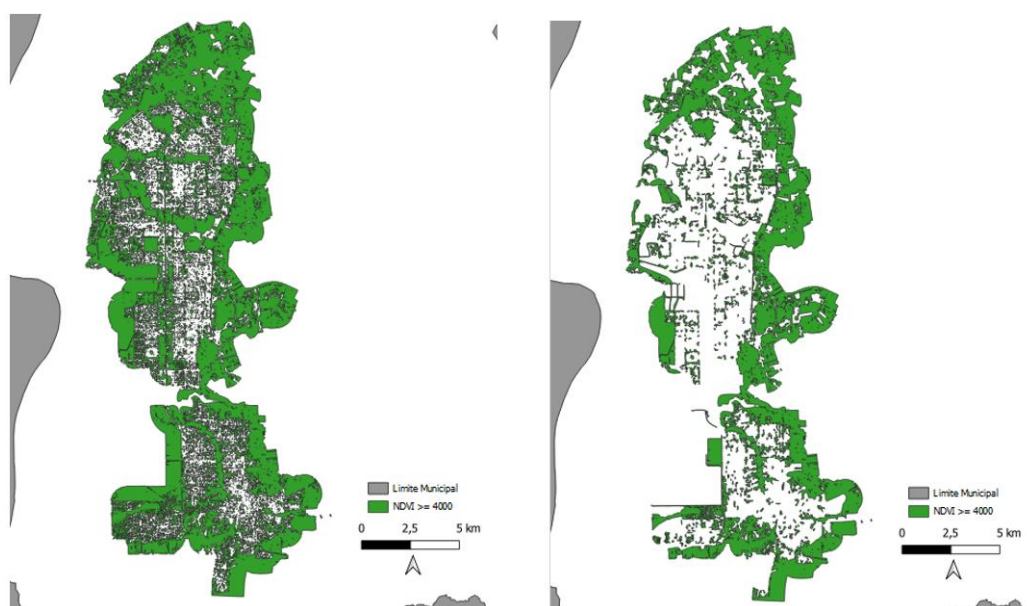
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Recorte do NDVI e composição final

Para Palmas (TO), foram realizados os mesmos tratamentos já descritos nos resultados de Guarulhos (SP), mantendo, através da ferramenta *Diferença* do QGIS, apenas os polígonos que extrapolam a interseção com o OSM. Depois disso, é realizada a exclusão de áreas verdes do NDVI que estão em Áreas Urbanizadas Pouco Densas e em Loteamentos Vazios, segundo mapeamento do IBGE de 2019. Posteriormente, realizada a exclusão de áreas menores do que 0,4 ha. A camada de informação resultante destes processos possui 601 polígonos e uma área total de 8 781,18 ha (Figura 22).

Figura 22 – Mascara de NDVI antes e depois dos tratamentos em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

Posteriormente, a camada resultante é mesclada com a camada de informação dos dados geoespaciais advindos do OSM e é feita uma inspeção visual dos polígonos restantes, dos quais foram excluídos aqueles que formam resíduos de áreas sobrepostas ao OSM e as áreas que se percebe por inspeção visual serem residenciais ou destinadas a loteamentos. Uma particularidade de Palmas é o fato de ser menos verticalizada do que Guarulhos, proporcionalmente²², com muitas casas com quintais verdes e árvores, que foram identificados em conjunto na máscara de NDVI (Figura 23). Estas áreas foram eliminadas durante o processo de inspeção visual, reforçando a importância desta etapa quando se utiliza a técnica do NDVI. Além disto, novamente, surgem, com essa inspeção, grandes áreas consideradas Áreas Verdes Potenciais (4 476,34 ha), muitas das quais não se pode avaliar apenas pela inspeção visual se são destinadas ou não a loteamentos e moradias (Figura 24).

²² Baseado em observação durante o mapeamento e em dados comparativos do número de casas e apartamentos de Palmas e de Guarulhos, do Censo 2022 (disponível no portal SIDRA (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6820>)).

Figura 23 – Área residencial com quintais e lotes em Palmas (TO), identificadas pela máscara de NDVI.

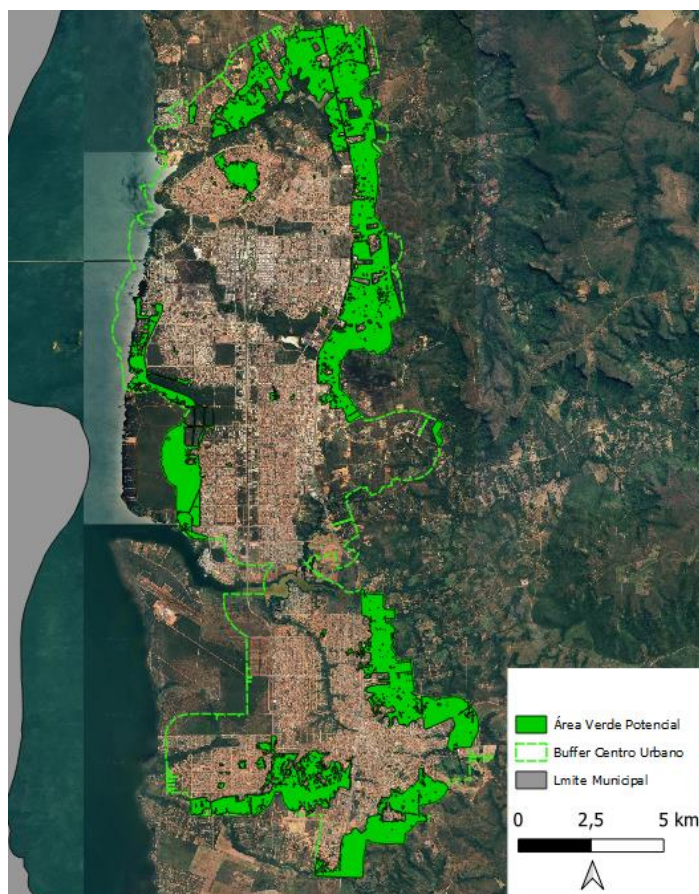


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Após esta etapa de inspeção visual, restaram 306 polígonos exclusivos do NDVI, somando uma área de 7 575,95 ha, o que representa uma redução de 1 205,23 ha. Novamente, a área de NDVI adicionado supera em mais de 100% a área identificada pelo OSM (Figura 25).

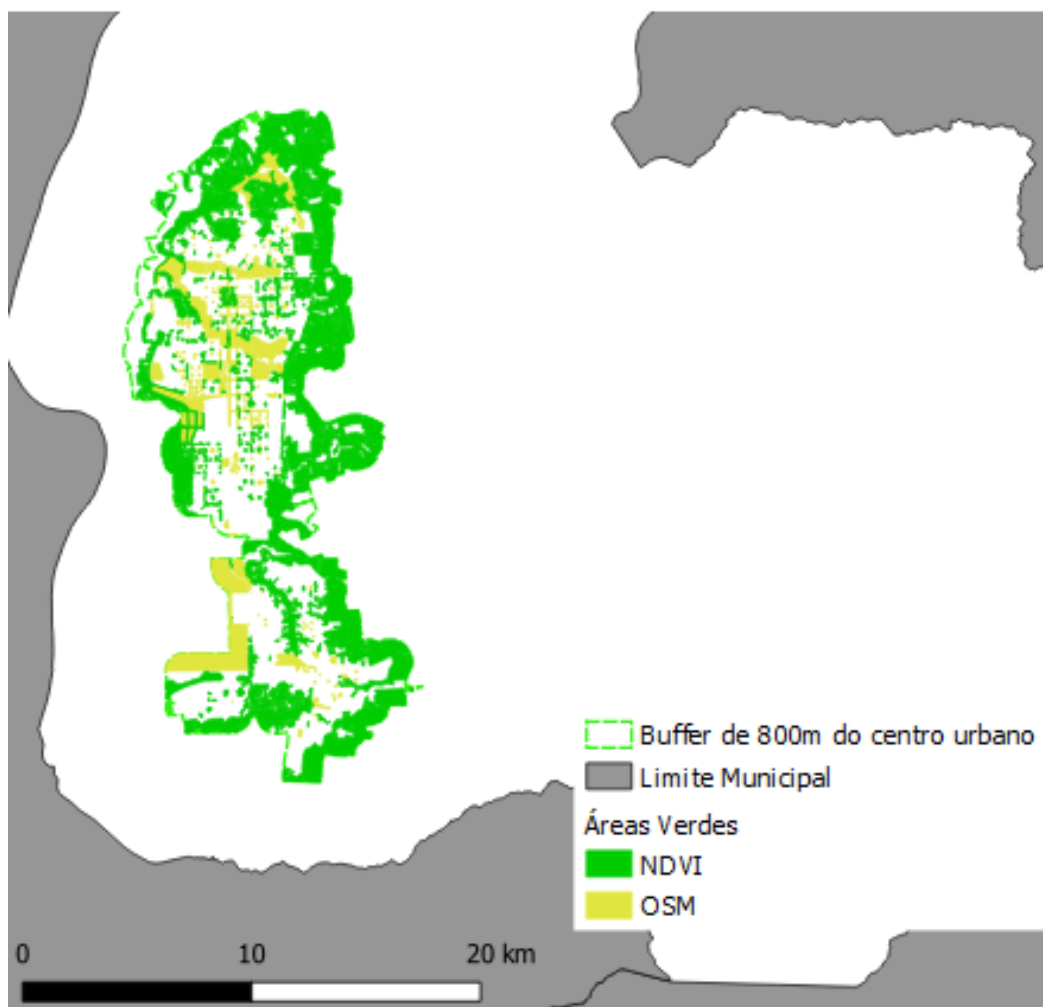
Figura 24 – Área Verde Potencial em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Nota: Camada de visualização composta por imagens do Geosserviço Planet Global Monthly: Rede MAIS/MJSP, inclui material © (2025) Planet Labs Inc. Todos os direitos reservados.

Figura 25 – Distribuicao das Areas Verdes Urbanas, por origem do mapeamento em Palmas (TO).



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociencias, Coordenacao de Meio Ambiente, 2025.

A Tipologia do resultado de identificação de AVUs em palmas (TO) pode ser observada na Tabela 8, que desagrega para o dado aquelas advindas da camada de informação do OSM validado, e aquelas cuja origem é a máscara do NDVI adicionado ao processo.

Dessa forma, o quantitativo total de AVU em Palmas (TO) foi de 5 137 ha, o que representa 49,11% do total de Áreas Urbanizadas do município (10 460 ha, segundo mapeamento do IBGE de 2019). É importante notar que as áreas verdes potenciais na franja rural-urbana representam mais de 4 mil hectares (46,56% do total de áreas mapeadas, que foi de 9 613,34 ha), representando um cinturão verde, com áreas provavelmente de chácaras e fazendas, lembrando que a validação desta categoria deve ser feita idealmente em campo.

Tabela 8 – Somatório final das Áreas Verdes Urbanas de Palmas (TO).

Tipologia	NDVI adicionado	OSM validado	Total (ha)
Bosque	1305,12	1555,99	2861,11
Área Protegida Não CNUC	875,37	51,82	927,19
Parque Urbano	102,84	282,56	385,40
Canteiro	261,20	97,93	359,13
Área Verde Institucional	333,41	6,00	339,41
Área Protegida CNUC	135,94	0,00	135,94
Praça	50,30	38,70	89,00
Agricultura Urbana	34,44	0,00	34,44
Jardim Botânico	0,00	4,39	4,39
Horto Florestal	0,99	0,00	0,99
Total (ha)	3099,61	2037,39	5137,00
Área Verde Potencial	4476,34	0,00	4476,34

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

As áreas consideradas Bosque também possuem grande predomínio e avalia-se que sejam áreas florestais, normalmente associadas a cursos d'água, mantidas preservadas no interior do tecido urbano com alguma intencionalidade, podendo sobrepor-se a categorias de Parque Urbano ou de Áreas Protegidas Não CNUC, algo a ser avaliado considerando registros administrativos e avaliação em campo. O outro recorte realizado para análise de resultados considera a extensão das áreas verdes intraurbanas, ou seja, aquelas circunscritas aos polígonos do mapeamento de Áreas Urbanizadas (ÁREAS..., 2019), exposto na Tabela 9.

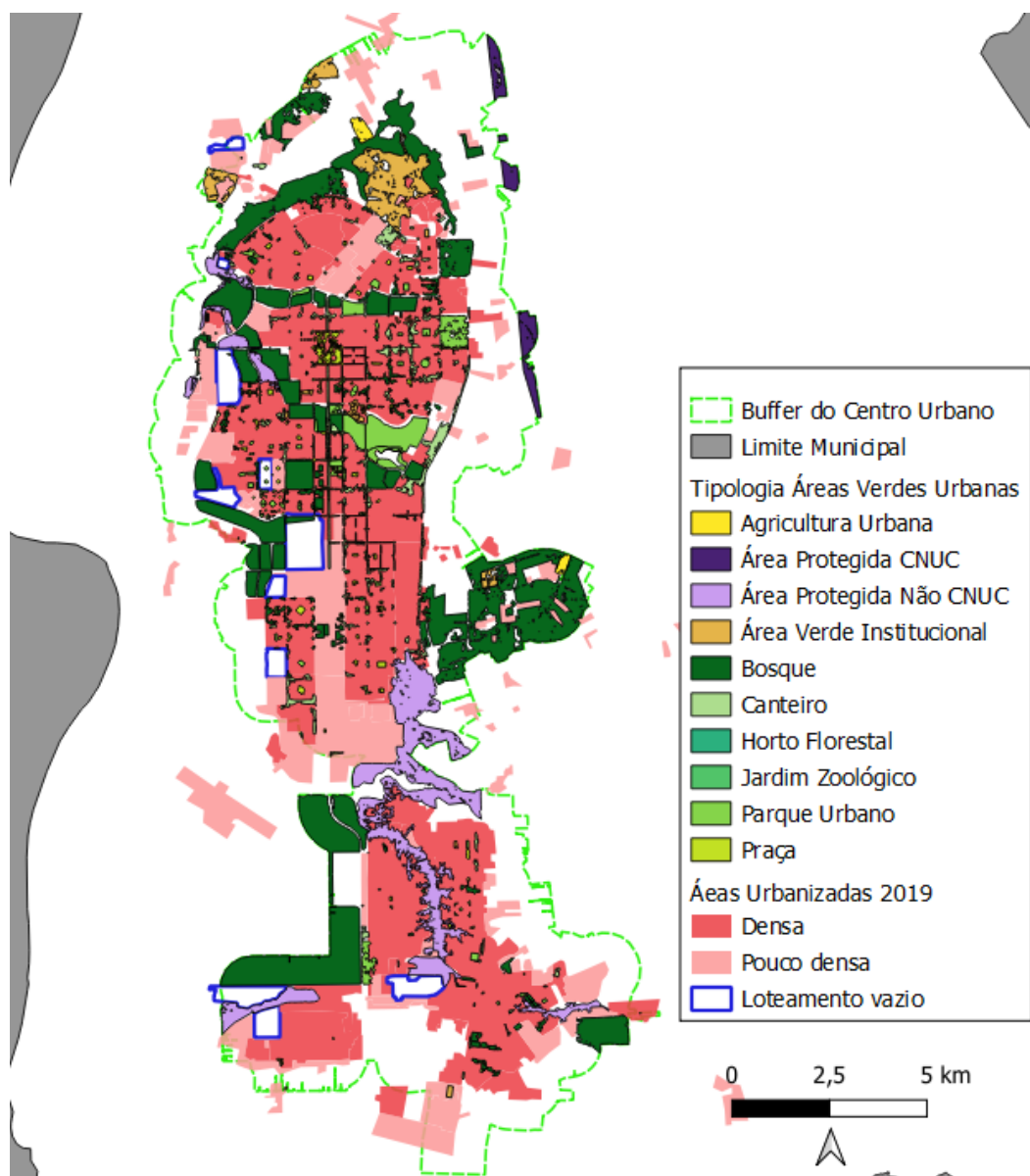
Tabela 9 - AVU no interior das Áreas Urbanizadas de Palmas (TO), por origem e tipologia.

Tipologia	OSM validado	NDVI adicionado	Total (ha)
Parque Urbano	91,48	37,38	128,86
Área Verde Institucional	4,37	37,52	41,89
Jardim Botânico	4,39	0,00	4,39
Área Protegida Não CNUC	5,69	137,64	143,33
Horto Florestal	0,00	0,98	0,98
Bosque	144,70	150,87	295,57
Canteiro	87,06	188,26	275,32
Praça	37,35	50,30	87,65
Agricultura Urbana	0,00	0,00	0,00
Total (ha)	375,04	602,95	977,99
Área Verde Potencial	0,00	270,83	270,83

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Considerando apenas o interior do recorte de Áreas Urbanizadas, as AVUs diminuem consideravelmente de área, passando ao total de 977,99 ha (aproximadamente 10% das Áreas Urbanizadas do município). Há uma diminuição de 80% comparada às AVUs mapeadas no *buffer* do Centro Urbano. Conforme já foi observado, Palmas possui grandes extensões de áreas de matas ciliares que não são parte da mancha de área urbanizada, mas que cortam a mesma. Além disso, como em Guarulhos, há grande extensões de Bosque no entorno das áreas urbanizadas que representam o fim do tecido urbano e estão na transição para as áreas ruais, valendo uma validação em campo para analisar o que de fato se configuraria como uma Área Verde Urbana prestando serviços ecossistêmicos para a população de Palmas. O resultado das AVU para Palmas, por Tipologia e nos dois recortes, está representado na Figura 26.

Figura 26 – Áreas Verdes Urbanas de Palmas (TO), por Tipologia, segundo recortes espaciais urbanos.



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Meio Ambiente, 2025.

Discussão preliminar sobre espaços públicos

A análise sobre a acessibilidade às AVUs é importante para alguns objetivos, como o do ODS 11.7.1, que busca quantificar os espaços abertos de uso livre da população. Neste sentido, buscou-se formas de avaliar se o espaço seria público ou não. A primeira forma de se buscar tal dado foi por meio da tabela de atributos disponibilizada no mapeamento colaborativo do OSM, que, para algumas feições de Parques, Praças e outros, possui o atributo *fee* (taxa, em inglês), que qualifica se aquele espaço possui ou não cobrança para entrar. No entanto, foi possível observar apenas um polígono com este

campo preenchido (para o qual a taxa de acesso era gratuita) para Palmas, com área de 1,34 ha, e dois polígonos para Guarulhos, ambos referentes ao Parque Ecológico do Tietê, com área somada de 434 ha, apontando taxa gratuita.

Posteriormente, foi testada uma avaliação visual com insumos auxiliares, como o *Google Labels* e o próprio mapeamento classificado do OSM, disponíveis em *plugin* do QGIS, através da proposta de um campo na tabela com os atributos: 1) Espaço público gratuito 2) Espaço público pago 3) Espaço público restrito 4) Espaço privado gratuito 5) Espaço privado pago 6) Espaço privado restrito 7) Espaço sem informação de acesso, propostos como categorias de teste de validação, elaboradas pela equipe técnica desta Investigação. No processo de análise, todavia, observou-se que, para polígonos que não vieram do OSM, não é possível ter clareza sobre os limites daquela área ou até onde uma área com portaria de entrada possui acesso em uma mancha de área verde. Neste sentido, foi feita a avaliação de que estes atributos necessitam ser coletados em campo ou por pessoas com conhecimento do local, ou devem derivar de outros registros administrativos que possam ser incorporados.

Considerações Finais

Os resultados obtidos na presente Investigação permitem uma avaliação dos principais pontos da proposta metodológica apresentada.

No processo de identificação das Áreas Verdes Urbanas (AVUs), verificou-se que, no somatório final destas áreas mapeadas, 19,09% das Áreas de Guarulhos (SP) e 46,56% das de Palmas (TO) foram classificadas como Área Verde Potencial, e estas não foram consideradas no cômputo de AVUs. Além disso, ainda no processo de identificação, foi necessário utilizar o insumo de Áreas Urbanizadas do IBGE para eliminar as áreas correspondentes, na máscara de NDVI, que estivessem em Áreas Urbanizadas Pouco Densas ou Loteamentos Vazios, devido à grande presença de áreas de vegetação em quintais e lotes, não consideradas AVUs na presente metodologia.

Neste sentido, reforça-se que é necessário classificar as Áreas segundo uma tipologia bem estabelecida conforme objetivos de mapeamento, para se ter clareza de quais, de fato, são consideradas AVUs e assim quais serviços ecossistêmicos podem oferecer. A tipologia do MMA possui definições claras e consistentes, contudo, sua compatibilidade com as etiquetas do *OpenStreetMap* (OSM) não é facilmente alcançada e é necessário avançar mais nessa comparação. Além disso, tanto a atribuição de categorias a polígonos que não vieram do OSM, bem como a identificação como espaço público, não são verificáveis de forma assertiva por sensoriamento remoto através de inspeção visual. Uma validação em campo pode ser uma etapa necessária para garantir o bom preenchimento destas variáveis.

Sobre a delimitação de áreas urbanas para o mapeamento, percebe-se uma diferença de 14% em Guarulhos (SP) e 80% em Palmas (TO) entre as AVUs mapeadas no *buffer* do Centro Urbano e aquelas contidas na mancha de Áreas Urbanizadas (IBGE, 2022). Esse achado está atrelado à presença de matas ciliares de grande extensão que cortam ambos os municípios e que não são mapeadas como Áreas Urbanizadas, mas que prestam serviços ecossistêmicos às mesmas, e à extensão da franja rural-urbana (IBGE, 2023), que possui elementos de áreas verdes, loteamentos e áreas rurais, que são de difícil diferenciação. Neste sentido, é reforçada a proposta de um *buffer* de distâncias, que considerem o acesso a pé às áreas verdes, porém, a dificuldade de diferenciação entre AVU e outras áreas com presença de vegetação nas áreas periurbanas demonstra que é necessária mais atenção na validação na franja rural-urbana, e talvez estudos específicos sobre estas áreas. Ambos os casos são mais pronunciados em Palmas, pelas particularidades da urbanização da mais recente capital de Unidade da Federação do Brasil.

Quanto à utilização do DEGURBA para a delimitação do *buffer* e definição do Centro Urbano, notou-se a vantagem de manter uma contiguidade na área de mapeamento, bem como em evitar áreas pouco densas isoladas, que surgem tanto no mapeamento de Áreas Urbanizadas quanto nos Setores Censitários de situação urbana, para as quais as áreas verdes são, comumente, indiferenciáveis de áreas residenciais. Existe a limitação de o

DEGURBA ser um insumo associado à Grade Estatística do IBGE, derivada, por sua vez, de Censos Demográficos; neste sentido, é uma delimitação que se atualiza apenas a cada 10 anos. Assim, seria interessante propor um primeiro mapeamento das AVUs considerando as delimitações de Centros Urbanos do DEGURBA no Brasil para o ano de referência de 2022, e depois avaliar sua expansão através de metodologias de detecção de mudanças, que permitiriam atualizações mais ágeis.

Sobre as técnicas de mapeamento, a sobreposição do *OpenStreetMap* com a máscara de NDVI demonstrou que há mais Áreas Verdes Urbanas nos municípios-piloto do que o originalmente retratado no mapeamento colaborativo. O OSM, por sua vez, teve 95% dos polígonos confirmados pelo NDVI em Guarulhos e 88% em Palmas. Este é um indicativo de diferença de cobertura segundo o local de mapeamento, no entanto, são percentuais altos de concordância. Quando se considera a área, a concordância é mais baixa para Guarulhos (60%, comparado a 95% em Palmas), o que se deve a grandes polígonos de áreas verdes contínuas no entorno do município e que foram cortadas apenas pelos limites do *buffer*, que parecem mais seguir limites administrativos do que a presença de vegetação de fato nas áreas, onde se vê grandes áreas de mineração, moradias e outras áreas não vegetadas. Estes resultados reforçam a necessidade de validação do resultado, mas, de toda forma, considera-se que é relevante utilizar o OSM, para, quando confirmado pelo NDVI, identificar áreas de maior confiabilidade, além de ter uma boa aproximação com a tipologia proposta pelo MMA e algumas caracterizações adicionais das AVUs.

Sobre a máscara de NDVI do Sentinel-2, ressalta-se a limitação da classificação por *pixel*, assim, a delimitação das AVUs tem seu detalhamento condicionado à resolução espacial do insumo de imagem de satélite e não considera o contexto, em contraste com a do OSM, advindo de edição visual em imagens de alta resolução. Foram necessários muitos tratamentos à máscara inicial gerada e ainda uma inspeção visual no final para se chegar a uma tipologia das áreas e sua confirmação como área verde ou não. Vale mencionar que, para esta proposta, não foram realizadas edição dos polígonos advindos do NDVI e não foram aplicados filtros de visualização, pois o objetivo era analisar a proposta metodológica, e não chegar a um mapa final de Áreas Verdes Urbanas.

Entende-se, no entanto, que mesmo com limitações conhecidas, o uso do NDVI é ágil, pode ser facilmente realizado para todo o território nacional, e foi bastante útil para a validação do OSM e a área que extrapola este, atendendo à necessidade de criação de um banco de dados preliminar de AVUs para o Brasil, que possa ser refinado tanto em termos de validação, quanto de criação de dados confiáveis para treinar algoritmos de segmentação mais sofisticados, que utilizem inteligência artificial ou outras metodologias de mapeamento automatizados. Ou seja, o nível de precisão desejado pode ser programaticamente escalável.

Os resultados da presente Investigação Experimental levam também à conclusão de que o esforço de interpretação visual é válido em ao menos uma primeira versão, independente da metodologia de mapeamento escolhida, pela necessidade de se

diferenciar as áreas verdes em uma tipologia, tarefa que ainda não prescinde de uma análise de interpretação mais minuciosa do território, ao menos enquanto não houver registros administrativos que deem suporte a esta tarefa. Neste sentido, a opção por uma identificação de áreas verdes de forma simples e prática com o NDVI permite dedicar maior tempo ao trabalho de inspeção visual. É possível, de toda forma, considerar a possibilidade de trabalho, mesmo com o NDVI, em imagens de maior resolução espacial, como as advindas da constelação *PlanetScope*.

Considerando, então, os resultados obtidos na presente Investigação Experimental, considera-se possível propor uma metodologia semelhante à apresentada no presente trabalho para conseguir, com os recursos já disponíveis, uma base de áreas verdes para o Brasil tendo como referência o ano de 2022, devido à disponibilidade de insumos e possibilidades de cruzamento com os dados do Censo Demográfico. Posteriormente, pode-se trabalhar com o horizonte de que este insumo acompanhe as atualizações das Áreas Urbanizadas do IBGE e venha a complementar este mapeamento, o que exigiria uma periodicidade maior. Além disso, tendo uma base inicial, é possível trabalhar com IA de forma mais otimizada para as atualizações.

Referências

- APPLYING the degree of urbanization: a methodological manual to define cities, towns and rural areas for international comparisons. Luxembourg: European Union; [Roma]: FAO, 2021. 97 p. Dispon vel em: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-02-20-499>. Acesso em: 09 abr. 2025.
- AREAS urbanizadas do Brasil 2019: notas tecnicas. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 30 p. Dispon vel em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-doterritorio/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 27 mar. 2025.
- BANNARI, A. et al. A review of vegetation indices. *Remote sensing reviews*, v. 13, p. 95-120, 1995.
- BOGGIONE, G. et al. Definicao da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. *Anais...* Natal: INPE: 2009. 25-30 de abril. Dispon vel em: <http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.03.28/doc/1739-1746.pdf>. Acesso em: 30 maio 2025.
- BRASIL. Lei n.º 12.651, art. 3, xx, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Dispon vel em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 07 maio 2025.
- CENSO Demografico 2022. Malha de setores censitarios. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Dispon vel em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoesintramunicipais.html>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- DO CARMO, T. V. et al. Contribuicoes para os munic pios do estado de Sao Paulo por meio de indicadores socioambientais da Plataforma Urbverde. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 20., 2023, Florianopolis. *Anais...* Florianopolis:INPE: 2023. 2-5 de abril. Dispon vel em: <https://proceedings.science/p/164348?lang=pt-br>. Acesso em: 03 set. 2025.
- HIRYE, M. et al. Nota tecnica. *Vegetacao urbana no Brasil*. Projeto MapBiomias Brasil, 2024. Dispon vel em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2024/07/Copia-de-Nota-Tecnica-Vegetacao-Urbana-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- HOANG, N.; TRAN, X. Remote Sensins-Based Urban Green Space Detection Using Marine Predators Algorithm Optimized Machine Learning Approach. *Hindawi Mathematical Problems in Engineering*. Volume 2021, Article ID 5586913, 22 pages. Qingzheng XU: 2021, dispon vel em: <https://doi.org/10.1155/2021/5586913>. Acesso em: 08 ago. 2025.
- HUERTA, R. E. et al. Mapping urban green spaces at the metropolitan level using Very high resolution satellite imagery and deep learning techniques for segmantic segmentation. *Remote Sensing*, Basel, CH: MDPI, v. 13, n. 11, jun. 2021.
- IBGE. Base de faces de logradouros do Brasil - 2022. Base de dados. Dispon vel em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/28971-base-de-faces-de-logradouros-do-brasil.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- KUANG, W.; DOU, Y. Investigating the Patterns and Dynamics of Urban Green Space in China's 70 Major Cities Using Satellite Remote Sensing. *Remote Sensing*. Basel, CH: MDPI, v. 12, jun. 2020.
- LI, L. et al. Research on the relationship between the spatial resolution and the map scale in the satellite remote sensing cartographies. *Advances in intelligent systems research*. [Paris]: Atlantis Press, v. 168, 2019. Dispon vel em: <https://www.atlantipress.com/article/125913216.pdf>. Acesso em: 30 maio 2025.
- MANUAL de cobertura e uso da terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Dispon vel em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615>. Acesso em: 30 maio 2025.
- MANUAL de pedologia. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Dispon vel em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295017>. Acesso em: 30 maio 2025.

- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Qualidade Ambiental. *Programa cidades + verdes*. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/cidadesmaisverdes>. Acesso em: 08 ago. 2025
- MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. *Plataforma oficial de dados do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://cnuc.mma.gov.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.
- MYNENI, R. B. et al. The interpretation of spectral vegetation indexes. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*. [New York], v. 33, p. 481-486, 1995.
- NACOES UNIDAS. Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos. *SDG Indicator 11.7.1 Training Module: Public Space*. Nairobi: United Nations, Human Settlement Programme (UN-Habitat), 2018.
- NACOES UNIDAS. Divisão de Estatísticas das Nações Unidas. *SDG indicator metadata (11.7.1)*. Nova Iorque: United Nation, 2021. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-07-01.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2025.
- OLIVEIRA, L. M. T. *Estudo das regiões fitoecológicas brasileiras pela FAPAR/NDVI e relações com séries temporais de dados pluviométricos*. 2008. xviii. 208 p. Tese (Doutorado) – IBGE; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Rio de Janeiro.
- PINAULT, L. et al. *Ethnocultural and socioeconomic disparities in exposure to residential greenness within urban Canada*. Ottawa: Statistics Canada, 2021. Disponível em: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/82-003-x/2021005/article/00001-eng.htm>. Acesso em: 09 abr. 2025.
- PROPOSTA metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-doterritorio/15790-classificacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 10 jun. 2025.
- SILVA, L.S.L.; CAMBOIM, S.P. Cartografia de referência do Brasil e dados provenientes de plataformas de mapeamento colaborativo: desafios e propostas para integração. *Boletim de Ciências Geodésicas*. [Curitiba: UFPR], v. 27, n. especial, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/bcg/a/3KT9db8G3KND3rPJ3CqdFbb/?lang=en>. Acesso em: 10 ago. 2025.
- STOCKLI, R.; VIDALE, P. L. European plant phenology and climate as seen in a 20-year AVHRR land-surface parameter dataset. *International Journal of Remote Sensing*, v. 25, n. 17, p. 3303-3330, 2004.
- STOCKLI, R. C. *EFAI-NDVI*. Disponível em: ftp://bach.ethz.ch/pub_read/stockli/efai_world. Acesso em: 13 maio 2005.
- TOBLER, W. *Measuring spatial resolution*. Proposed to the 1987 Beijing Conference on Land Use and Remote Sensing. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291877360_Measuring_spatial_resolution. Acesso em: 30 maio 2025.
- ZIELSTRA, D.; ZIPF, A. A comparative study of proprietary geodata and volunteered geographic information for Germany. In: AGILE INTERNATIONAL CONFERENCE ON GEOGRAPHIC INFORMATION SCIENCE, 13., 2010, Guimarães, Pt. *Proceedings...* Guimarães, Pt. 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266334963_A_Comparative_Study_of_Proprietary_Geodata_and_Volunteered_Geographic_Information_for_Germany. Acesso em: 10 ago. 2025.

Anexos

1. Tipologias de Áreas Verdes Urbanas do MMA
2. Quadro de etiquetas do *OpenStreetMap* utilizadas no mapeamento de Áreas Verdes Urbanas
3. Quadro de correspondências entre o *OpenStreetMap* e as Tipologias do Cidades+Verdes

Anexo 1 – Tipologias de Áreas Verdes Urbanas do MMA

TIPOLOGIA	CONCEITO
Área Protegida NAO cadastrada no CNUC	Área definida geograficamente destinada ou regulamentada e administrada para alcançar objetivos específicos de conservação (Convenção sobre a Diversidade Biológica – CDB). Nesta tipologia devem ser consideradas as áreas protegidas não cadastradas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservação - CNUC por inadequação ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC e localizadas na área urbana e periurbana do município.
Bosque	Espaço público com remanescente florestal com predominância de atributos naturais e cobertura vegetal arborea e/ou arbustiva, destinado a proteção e uso sustentável de serviços ecossistêmicos, socialização, lazer ativo e contemplativo, atividades recreativas e culturais da população e que pode ser utilizado para educação ambiental e pesquisa.
Parque Urbano	Espaço público multifuncional dentro de área urbana e periurbana com predominância de atributos naturais e cobertura vegetal, destinado a proteção e uso sustentável de serviços ecossistêmicos, socialização, lazer ativo e contemplativo, prática de esportes e atividades recreativas e culturais da população e que pode ser utilizado para educação ambiental e pesquisa.
Horto Florestal	Área verde destinada a recreação, educação ambiental, pesquisa, produção de mudas, multiplicação de espécies florestais, instrução sobre botânica e vulgarização dos conhecimentos sobre plantas úteis.
Jardim Botânico	Área protegida, constituída no seu todo ou em parte, por coleções de plantas vivas cientificamente reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas, com a finalidade de estudo, pesquisa e documentação do patrimônio florístico do país, acessível ao público, no todo ou em parte, servindo a educação, a cultura, ao lazer e a conservação do meio ambiente. (Resolução CONAMA nº 339/2003, Art. 1º)

Area Verde Institucional	Áreas com características vegetacionais relevantes, de uso institucional, podendo ou não ser oriundas de concessão pública.
Canteiro	Área ajardinada e/ou arborizada que acompanha obras de infraestrutura viária.
Jardim Zoológico	Empreendimento de pessoa jurídica, constituído de coleção de animais silvestres mantidos vivos em cativeiro ou em semiliberdade e expostos a visitação pública, para atender a finalidades científicas, conservacionistas, educativas e socioculturais. (IN/Ibama nº 07/2015, Art.3º, X)
Praca	Espaço público de livre circulação dentro de área urbana e periurbana, destinado a convivência, recreação e atividades culturais e que pode apresentar mobiliário urbano, equipamentos de lazer, arborização e permeabilidade.
Agricultura Urbana	Área verde pública destinada à produção agropecuária.
Área Verde Potencial	Espaço público não edificado e não enquadrado como espaço livre ou área livre pela Lei nº 6.766/1979, que possa ser convertido, nos termos dos marcos normativos vigentes e das condições socioambientais locais, em área verde urbana capaz de fornecer serviços ecossistêmicos.
Nascente e Olho D'água	Nascente: Afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água. (Lei nº 12.651/2012, Art. 3º, XVII) Olho D'água: Afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente. (Lei nº 12.651/2012, Art. 3º, XVIII)

Fonte: MMA, 2021.

Anexo 2: Quadro de etiquetas do *OpenStreetMap* utilizadas no mapeamento de Áreas Verdes Urbanas

CHAVE	VALOR	DESCRICAO (TRADUCAO LIVRE)
amenity	grave_yard	Um lugar menor para enterros, comumente encontrado em áreas próximas a igrejas.
boundary	protected_area	Áreas protegidas pela legislação brasileira como parques nacionais, áreas de proteção marinha, bens culturais ou similares.
landuse	allotments	Espaco, em áreas urbanas, destinado ao cultivo de plantas alimentícias ou ornamentais por moradores locais.
landuse	orchard	Usado para marcar o plantio intencional de árvores ou arbustos mantido para a produção de alimentos.
landuse	farmland	Área de terra usada principalmente para plantio direto (cereais, vegetais, oleaginosas, flores).
landuse	cemetery	Local para enterros.
landuse	greenery	Qualquer área coberta com plantio decorativo ou paisagístico, esteja ela em uma rotatória, canteiro, jardim ou parque. Esta etiqueta tem sido utilizada para vegetação difícil de classificar.
landuse	grass	Área verde coberta com grama, cortada e mantida regularmente, que não recebeu nenhuma outra etiqueta específica.
landuse	recreation_ground	Um espaço verde aberto para recreação geral, que pode incluir quadras, redes, dentre outros. Normalmente áreas municipais, mas podem ser áreas privadas de colegios ou empresas.
landuse	forest	Floresta ou bosque plantado ou manejado.
landuse	greenfield	Áreas programadas para serem construídas, onde não havia prédios anteriormente.
landuse	meadow	Área dominada por gramíneas e outras plantas herbáceas não lenhosas, que foi cultivada para fornecer forragem para gado (feno, palha).
landuse	plant_nursery	Representa a terra que é usada exclusivamente para viveiros de plantas.
landuse	village_green	Espaco verde em zona urbana que não seja propriamente um parque ou jardim.
leisure	garden	Local onde se cultivam flores e outras plantas crescem de forma ordenada e decorativa ou para fins científicos.
leisure	golf_course	Local onde se pode praticar golfe.

(continua)

CHAVE	VALOR	DESCRICAO (TRADUCAO LIVRE)
leisure	park	Um parque, normalmente uma area urbana (municipal) criada para relaxamento e recreacao.
leisure	horse_riding	Um espaco onde pessoas praticam equitacao em seu tempo livre. Diferente de um espaco de competicoes equestres.
leisure	pitch	Quadra. Area destinada a pratica de um esporte determinado. Geralmente com marcacoes no piso.
leisure	nature_reserve	Uma area protegida de importancia para a vida selvagem, flora, fauna ou feicoes de interesse geologico ou outro interesse especial.
natural	scrub	Area nao cultivada coberta por arbustos baixos e altos misturados com arvores de pequeno porte.
natural	grassland	Area natural nao cultivada onde a vegetacao e dominada por gramneas e outras herbaceas nao-lenhosas.
natural	wetland	O pantano e periodicamente saturado, inundado ou cheio de agua e caracterizado por vegetacao herbacea (nao lenhosa) adaptada as condicoes do solo umido.
natural	heath	Charneca, urzal. Caracterizada por vegetacao aberta, especies lenhosas de lento crescimento, normalmente dominada por plantas da familia <i>Ericaceae</i> .
natural	shrub	Uma area de arbustos lenhosos ativamente mantida por humanos.
natural	wood	Area coberta de arvores. Bosque, mata ou floresta maioritariamente selvagem e com especies autoctones.
natural	fell	Areas vegetadas em altitudes acima da linha arborea.
surface	grass	Tipo de superficie coberta por grama.
surface	wood	Tipo de superficie coberta por arvores.
tourism	zoo	Um jardim zoologico, onde animais sao confinados para visitas do publico.
tourism	camp_site	Uma area onde pessoas podem acampar utilizando barracas, vans ou trailers.

Fonte: Open Street Maps Features - https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_features#Natural. Acesso em: 08/04/2025

Anexo 3: Quadro de correspondências entre o OpenStreetMap e as Tipologias do Cidades+Verdes

Chave (OSM)	Valor (OSM)	Tipologia AVU Correspondente(MMA, 2021)	Conceito Tipologia (MMA, 2021)	Demarcacao Tipologia (MMA, 2021)	Observacao
surface	grass	-	-	-	Esta etiqueta veio associada a outras nos dados analisados, como Pitch, Park e outras. A compatibilizacao seguiu as outras etiquetas.
landuse	allotments	Agricultura Urbana	Area verde publica destinada a producao agropecuaria.	Devem ser demarcadas areas publicas destinadas a agricultura urbana, incluindo Sistemas Agroflorestais (SAF), horta urbana, entre outros, independentemente do tamanho e capacidade de producao.	Classificado como agricultura urbana por sua caracteristica de cultivo por moradores locais
landuse	orchard	Agricultura Urbana			Classificado como agricultura urbana por sua caracteristica de cultivo para producao de alimentos
landuse	farmland	Agricultura Urbana			
boundary	protected_area	Area Protegida CNUC	Area fora do escopo do CAU, porem existente nos mapeamentos da presente Investigacao Experimental.	Areas protegidas criadas por legislacao estadual ou federal, cadastradas no CNUC.	
natural	wetland	Area Protegida Nao CNUC	Area definida geograficamente destinada ou regulamentada e administrada para alcancar objetivos especificos de conservacao (Convencao sobre a Diversidade Biologica - CDB). Nesta tipologia devem ser consideradas as areas protegidas nao cadastradas no Cadastro Nacional de Unidades de Conservacao - CNUC por inadequacao ao Sistema Nacional de Unidades de Conservacao - SNUC e localizadas na area urbana e periurbana do municipio.	Devem ser demarcadas areas protegidas urbanas criadas ou nao por legislacoes municipais, estaduais ou federais e nao cadastradas no CNUC por inadequacao ao SNUC	Feicoes normalmente associadas a planicies de inundacao, que sao Areas de Preservacao Permanente.
leisure	nature_reserve	Area Protegida Nao CNUC			
leisure	golf_course	Area Verde Institucional	Areas com caracteristicas vegetacionais relevantes, de uso institucional, podendo ou nao ser oriundas de concessao publica.	Podem ser demarcados campus universitarios, cemiterios, jardins/areas verdes de predios publicos e outras areas cujo uso mais relevante seja o institucional e que possuam caracteristicas vegetacionais relevantes.	Apesar de serem areas de lazer e convívio, normalmente possuem acesso privado e pertencem a empresas.
amenity	grave_yard	Area Verde Institucional			
landuse	cemetery	Area Verde Institucional			
landuse	recreation_ground	Area Verde Institucional			Alguns polígonos desta etiqueta estao contidos em areas ja delimitadas como Parques. Estes foram excluidos e classificados como Parques Urbanos. Os demais sao clubes e areas de lazer de empresas e outros.
leisure	pitch	Praca	Espaco publico de livre circulacao dentro de area urbana e periurbana, destinado a convivencia, recreacao e atividades culturais e que pode apresentar mobiliario urbano, equipamentos de lazer, arborizacao e permeabilidade.	Devem ser demarcados os espacos publicos abrangidos pelo supracitado conceito de praca, mesmo que sejam nomeados localmente como "largos", "quintas", "jardins", etc e que seus atributos naturais e cobertura vegetal estejam ambientalmente degradados ou ate com predomínio de pavimentacao.	Pela dificuldade de saber se as quadras e gramados esportivos sao de acesso livre ou nao, convencionou-se a classificar todas na categoria de pracas.
landuse	village_green	Praca			

(Continua)

Chave (OSM)	Valor (OSM)	Tipologia AVU Correspondente(MMA, 2021)	Conceito Tipologia (MMA, 2021)	Demarcacao Tipologia (MMA, 2021)	Observacao
landuse	forest	Bosque	Espaco publico com remanescente florestal com predominancia de atributos naturais e cobertura vegetal arborea e/ou arbustiva, destinado a protecao e uso sustentavel de servicos ecossistemicos, socializacao, lazer ativo e contemplativo, atividades recreativas e culturais da populacao e que pode ser utilizado para educacao ambiental e pesquisa.	Devem ser demarcados os bosques urbanos do munic pio, mesmo que seus atributos naturais e cobertura vegetal estejam ambientalmente degradados e que os poss veis equipamentos de lazer estejam comprometidos.	
natural	wood	Bosque			
natural	scrub	Canteiro	Area ajardinada e/ou arborizada que acompanha obras de infraestrutura viaria.	Devem ser demarcados canteiros centrais, canteiros lineares, rotatorias e outras areas verdes relevantes que acompanham vias e calçadas.	Classificado como Canteiro, pois grande parte da vegetacao arbustiva identificada esta acompanhada de obras de infraestrutura viaria.
natural	grassland	Canteiro			Classificado como Canteiro, pois grande parte da vegetacao herbacea identificada esta acompanhada de obras de infraestrutura viaria.
landuse	grass	Canteiro			Classificado como Canteiro, pois grande parte da vegetacao herbacea identificada esta acompanhada de obras de infraestrutura viaria. Neste caso, inclu das as estruturas do Aeroporto Internacional de Guarulhos.
landuse	greenfield	Canteiro			possu am etiquetas associadas a Canteiros
leisure	garden	Horto Florestal; Canteiro	Area verde destinada a recreacao, educacao ambiental, pesquisa, producao de mudas, multiplicacao de especies florestais, instrucao sobre botanica e vulgarizacao dos conhecimentos sobre plantas uteis.	Nesta tipologia podem ser cadastradas areas verdes urbanas e periurbanas que associem a pesquisa e a manutencao de especies ao uso para lazer.	Classificado como Horto Florestal devido a descricao conter "fins cient ficos", comuns aos jardins publicos. OBS: Em Palmas, as areas classificadas com esse valor eram Canteiros.
landuse	plant_nursery	Jardim Botanico	Area protegida, constitu da no seu todo ou em parte, por colecoes de plantas vivas cientificamente reconhecidas, organizadas, documentadas e identificadas, com a finalidade de estudo, pesquisa e documentacao do patrimonio flor stico do pa s, acess vel ao publico, no todo ou em parte, servindo a educacao, a cultura, ao lazer e a conservacao do meio ambiente. (Resolucao CONAMA nº 339/2003, Art. 1º)	Devem ser demarcadas as areas de jardins botanicos mesmo que nao tenham recebido a concessao de registro do Ministerio do Meio Ambiente - MMA (Resolucao CONAMA nº 339/2003, Art. 3º, § 2º).	
tourism	zoo	Jardim Zoológico	Empreendimento de pessoa jur dica, constitu do de colecao de animais silvestres mantidos vivos em cativoiro ou em semiliberdade e expostos a visitacao publica, para atender a finalidades cient ficas, conservacionistas, educativas e socioculturais. (IN/lbama nº 07/2015, Art.3º, X)	Devem ser demarcados jardins zoológicos nas areas urbanas dos munic pios, ainda que nao atendam a todas as especificacoes da IN/lbama nº 07/2015.	
leisure	park	Parque Urbano	Espaco publico multifinalitario dentro de area urbana e periurbana com predominancia de atributos naturais e cobertura vegetal, destinado a protecao e uso sustentavel de servicos ecossistemicos, socializacao, lazer ativo e contemplativo, pratica de esportes e atividades recreativas e culturais da populacao e que pode ser utilizado para educacao ambiental e pesquisa.	Devem ser demarcados todos os tipos de parques locais (urbanos, municipais, fluviais, lineares, etc) mesmo que seus atributos naturais e cobertura vegetal estejam ambientalmente degradados e que os poss veis equipamentos de lazer estejam comprometidos. Importa ressaltar que deverao ser demarcados apenas os parques nao cadastradas no CNUC, por inadequacao ao SNUC.	A maioria das areas apontadas no OSM esta nessa categoria, mas e importante observar que muitas Pracas tambem sao classificadas como "Park" em algumas cidades no OSM, para este caso, foi feita uma busca pelo termo "Praca" no campo "Name" e requalificadas as feicoes cujo nome e de Praca.
tourism	camp_site	Parque Urbano			
natural	heath	Parque Urbano			Nos casos avaliados, estas feicoes todas tambem possuem a etiqueta "Park" associada.
landuse	meadow	Parque Urbano			

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Meio Ambiente

Maria Luisa da Fonseca Pimenta

Gerência de Observação da Cobertura e Uso da Terra

Cássio Freitas Pereira de Almeida

Gestão técnica da publicação

Manuela Mendonça de Alvarenga

Colaboradores

Júlio Jorge Gonçalves da Costa

Luciana Mara de Oliveira Temponi

Daniel Rocha Oliveira da Silva (estagiário)

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.



www.ibge.gov.br 0800 721 8181

PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS VERDES URBANAS NO BRASIL

As cidades são, atualmente, os espaços de maior concentração de pessoas, e suas demandas, sempre crescentes, impulsionam a oferta de múltiplos serviços, a expansão das infraestruturas de transporte essenciais à mobilidade e a ampliação das áreas construídas para habitação, o que termina por transformar as áreas urbanizadas em espaços antropizados bastante impermeabilizados, comprometendo, no longo prazo, os ciclos dos sistemas ambientais e, muitas vezes, também a qualidade de vida de seus habitantes.

Por reconhecer tais questões, a Organização das Nações Unidas - ONU adotou, em 2015, a Agenda 2030 para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS, cujo plano de ação global, composto por 17 objetivos e 169 metas, estabelece o ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis, que tenciona tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Entre os indicadores e parâmetros que visam monitorar o alcance desse objetivo específico, sobressaem os dados de cobertura vegetal inserida na malha urbana, em razão dos diversos benefícios, ou serviços ecossistêmicos, proporcionados à população: melhoria da qualidade do ar; mitigação de impactos com inundações, deslizamentos de terras, ondas de calor e outros eventos climáticos extremos; manutenção da segurança hídrica; melhoria na saúde geral; e provimento de áreas para recreação. As áreas verdes urbanas recebem, por conseguinte, especial atenção nos ODS, mais precisamente no **Indicador 11.7.1 - Proporção da área construída das cidades que é espaço público aberto para uso de todos, por sexo, idade e pessoas com deficiência**, que busca medir o acesso da população urbana às áreas abertas, incluindo as áreas verdes.

Somando-se aos importantes compromissos assumidos pelo IBGE no que respeita à coordenação do processo de construção de indicadores voltados à internalização e ao monitoramento da Agenda 2030 no Brasil, esta publicação apresenta uma proposta metodológica para identificação e mapeamento das áreas verdes urbanas no País, de forma a prover insumos para o planejamento ambiental das cidades.

O presente estudo, cumpre realçar, tem natureza experimental e suas estatísticas, obtidas a partir de um teste-piloto realizado nas Cidades de Guarulhos, em São Paulo, e Palmas, no Tocantins, estão sob avaliação porque ainda não atingiram um grau completo de maturidade em termos de metodologia, harmonização ou cobertura. Espera-se, contudo, que as considerações técnicas e as análises ora apresentadas possam subsidiar o desenvolvimento de uma metodologia adequada para a construção e o cálculo de indicadores sobre áreas verdes urbanas em todo o Brasil, em alinhamento com o Programa Cidades+Verdes, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente, e com a agenda internacional, notadamente representada pelo ODS 11.

A publicação também está acessível no portal do IBGE na Internet.

