18° ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO
EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO NO BRASIL

BELO HORIZONTE - MG
11 - 14 / AGOSTO

PAISAGENS EM DIÁLOGOS
TERRITÓRIOS, MEMÓRIAS E NATUREZAS

ENEPEA 2026

REFÚGIOS CLIMÁTICOS URBANOS

Acesso à vegetação urbana em São Paulo

ST1 – Paisagens e naturezas

CLIMATE COOL SPACES

Access to urban green spaces in São Paulo

SIBINELLI BORGES, Leticia
Mestranda | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo | São Paulo, SP, Br | leticia.sibinelli.borges@usp.br | ORCID: 0009-0003-7763-9101

QUEIROGA, Eugenio
Professor Titular |Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo | São Paulo, SP, Br | queiroga@usp.br | ORCID: 0000-0002-7102-1138

RESUMO (CALIBRI, 11, CAIXA ALTA)

Este estudo investiga a distribuição e a acessibilidade da vegetação urbana em São Paulo, analisando sua função como potencial refúgio climático diante do aumento das ondas de calor e das desigualdades socioespaciais. Utilizando o modelo *Urban Nature Access* do software InVEST e dados censitários (IBGE 2022), o trabalho avaliou o balanço entre a oferta de áreas verdes e a população. Os resultados obtidos indicam que a escassez de vegetação é predominante na cidade de São Paulo, onde 69,5% da população, o que equivale a cerca de 7,9 milhões de indivíduos, reside em áreas com déficit de acesso a espaços verdes. Essa disparidade concentra-se predominantemente nas periferias das zonas Leste, Norte e Sul, enquanto o superávit se consolida no eixo sudoeste, onde se observa um maior poder aquisitivo. A análise sociodemográfica demonstra uma correlação direta, na qual os distritos com uma maior percentagem de população parda e preta apresentam uma média de vegetação per capita mais baixa. O estudo aponta que a infraestrutura verde é crucial para a adaptação climática, reforçando a urgência de políticas públicas que priorizem a expansão e qualificação equitativa da cobertura vegetal nos distritos mais vulneráveis.

Palavras-chave: Refúgios climáticos; Vegetação urbana; Desigualdade socioespacial; Adaptação climática;

ABSTRACT (CALIBRI 11, CAIXA ALTA, ITÁLICO)

This study investigates the distribution and accessibility of urban vegetation in São Paulo, analyzing its role as a potential climate cool spaces in the face of increasing heat waves and socio-spatial inequalities. Using the Urban Nature Access model from the InVEST software and census data (IBGE 2022), the study assessed the balance between the availability of green spaces and the population. The results indicate that a shortage of vegetation is prevalent in the city of São Paulo, where 69.5% of the population, equivalent to approximately 7.9 million people, lives in areas with insufficient access to green spaces. This disparity is concentrated predominantly in the peripheral areas of the East, North, and South zones, while the surplus is concentrated in the Southwest axis, where higher income levels are observed. The sociodemographic analysis demonstrates a direct correlation, in which districts with a higher percentage of mixed-race and Black populations have a lower average per capita vegetation coverage. The study highlights that green infrastructure is crucial for climate adaptation, reinforcing the urgency of public policies that prioritize the equitable expansion and improvement of vegetation coverage in the most vulnerable districts.

Keywords: *Climate cool spaces; Urban vegetation; Socio-spatial inequality; Climate adaptation;*

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são uma realidade que afeta toda a humanidade, mas são as populações mais vulneráveis que sofrem de forma mais intensa com o aumento das temperaturas e seus efeitos extremos (IPCC, 2021). Nesse cenário, as ondas de calor têm se tornado mais frequentes e intensas, resultando em aumento da mortalidade e problemas de saúde, especialmente nas cidades, onde a urbanização intensifica os extremos térmicos (IPCC, 2021; HEAVISIDE, 2017).

Hoje cerca de 4,4 bilhões de pessoas vivem em cidades, representando 56% da população mundial, no contexto da América Latina este número é ainda mais impressionante, mais de 80% vivem em cidades (TADROS *et al,* 2021), considerando a relevância deste dado e ainda a tendência de crescimento da população urbana, é esperado que se aumentem os desafios relacionados ao calor nas cidades. Isto torna o papel das cidades crítico para o desenvolvimento de cidades adaptadas e resilientes a esta realidade (IPCC, 2022).

O ano de 2023 bateu recordes de temperatura globalmente, seguido por 2024 que foi o mais quente da história a nível global (Copernicus, 2025) e também no Brasil, que atingiu 0,79ºC acima da média histórica 1991-2020 (INMET, 2025). Seguindo a tendência de alta, 2025 foi o terceiro mais quente da história (Copernicus, 2026) a nível global e no Brasil o 7º mais quente com temperaturas acima da média em grande parte do país (INMET, 2026).

São Paulo seguiu a mesma tendência, com destaque para 2024, que foi marcado pela ocorrência de ondas de calor, e recordes de temperaturas mensais. Com uma população de aproximadamente 11,4 milhões de habitantes (IBGE, 2022) e uma extensa área urbanizada, São Paulo apresenta profundas desigualdades socioespaciais, que se refletem em distintos níveis de vulnerabilidade ao calor e de acesso a áreas verdes.

Diante desta realidade as áreas verdes urbanas se tornam cada vez mais urgentes e necessárias, já que são uma das medidas mais efetivas e de mais fácil implementação para mitigar o calor, sendo o sistema de espaços livres públicos vegetados das cidades fundamentais não só como mitigadores de calor com efeito de resfriamento da temperatura (Aram *et al,* 2019), mas também como áreas potencialmente democráticas podendo funcionar como refúgios climáticos à população.

Entende-se por refúgios climáticos espaços onde as pessoas podem se abrigar dos extremos de calor, ou de frio, podendo ser espaços de infraestrutura verde, como parques, ruas arborizadas, praças, ou infraestruturas cinzas, como espaços públicos climatizados (AJUNTAMENT DE BARCELONA, [s.d.]). Para fins deste trabalho, considerando o contexto do objeto de estudo, optou-se por trabalhar com enfoque nos extremos de calor e na infraestrutura verde.

As áreas verdes urbanas, como um subsistema do sistema de espaços livres das cidades (QUEIROGA, 2012), assumem um papel fundamental tanto na redução do calor e da temperatura (GILL et al., 2007; YU et al., 2006), quanto como estratégias de adaptação e

resiliência, são potenciais refúgios climáticos[1] (AJUNTAMENT DE BARCELONA, 2024; WONG et al., 2021), que geram benefícios ecológicos, sociais e de saúde pública incluindo a promoção da biodiversidade, a redução da poluição do ar e o estímulo à atividade física e ao bem-estar mental (BERTRAM & REHDANZ, 2015; IPCC, 2023), além de serem capazes de oferecer alívio térmico e qualidade de vida, especialmente para as populações mais vulneráveis (QUEIROGA, 2012; HEAVISIDE et al., 2017).

Diante dessa problemática, e tendo como enfoque o sistema de áreas verdes do município de São Paulo, analisa-se a função desses espaços enquanto potenciais refúgios climáticos, investigando, em particular, sua disponibilidade e acessibilidade para a população. Trata-se de pesquisa de mestrado em fase final de conclusão, cujos resultados aqui apresentados têm caráter semifinal.

2 METODOLOGIA

Para se analisar a distribuição e disponibilidade de áreas verdes para a população, utilizou-se o modelo *Urban Nature Access* do software Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST)[2] (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2024), este modelo avalia a "oferta", a "demanda" e o "equilíbrio" entre a população e a vegetação urbana, identificando áreas com superávit ou déficit de vegetação em relação a valor "ideal" ou de referência de vegetação em m² per capita (NATURAL CAPITAL PROJECT apud LIU et al., 2022).

Ainda que a palavra "demanda" seja a tradução literal utilizada originalmente pelo modelo, para fins deste trabalho ela não será utilizada, já que sugere que há reivindicação de alguém a uma certa quantidade de espaços vegetados (m²/per capita). No caso do município de São Paulo, não foram encontradas metas municipais, um dado de referência da municipalidade ou uma demanda quantitativa por parte da população ou organizações da sociedade civil. Assim, optou-se por utilizar o termo "desejo", com conotação mais subjetiva e alinhada às questões mencionadas.

O modelo concentra-se no acesso à vegetação em áreas urbanas e permite analisar diferentes categorias de espaços, como parques, praças e áreas verdes. Cabe ao usuário definir quais componentes da vegetação urbana serão considerados, sendo apresentadas a seguir as escolhas adotadas neste estudo.

2.1 Dados de entrada

Os dados necessários como entrada no modelo são:

Figura 1: Dados necessários para o modelo *Urban Nature Access*.

[1] Ainda que cidades ao redor do mundo considerem também como refúgios climáticos áreas climatizadas artificialmente, neste estudo considera-se apenas áreas vegetadas.
[2] O InVEST é um grupo de modelos de código aberto elaborado por um grupo de pesquisadores do laboratório Natural Capital Project, com hub baseado na Universidade de Stanford, com colaborações de diversas universidades e organizações internacionais.

Dados	Descrição
A. Mapa de Uso e Ocupação do Solo (UOS)	Mapa em formato raster onde cada tipo de uso/cobertura do solo deve ter um código único. Todos os valores neste raster devem ter entradas correspondentes na tabela de atributos. Para este modelo, os tipos de vegetação urbana são o foco.
B. Tabela de atributos do Mapa UOS	Tabela em formato CSV que identifica quais códigos UOS representam vegetação urbana. Cada linha da tabela representa uma classe de UOS. A tabela deve conter as seguintes colunas: lucode: Códigos UOS do mapa. Cada código deve ser um integer único e corresponder ao mapa. urban_nature: A proporção (0-1) que indica o nível de naturalidade da categoria UOS. 0 indica o nível mais baixo de naturalidade (0% natural), enquanto 1 indica o nível mais alto (100% natural). search_radius_m: A distância de busca em metros em que o modelo aplicará para cada tipo UOS.
C. Raster de população	Um mapa em formato raster que representa o número de habitantes por pixel.
D. Limites administrativos	Um mapa em vetor de polígonos que representam unidades administrativas. Os resultados serão resumidos para cada unidade administrativa.
E. Desejo de vegetação per capita (m²/per capita)	Número que representa a quantidade de vegetação urbana que cada residente “deve” ter acesso.

Fonte: Adaptado do modelo *Urban Nature Access* do InVEST (Natural Capital Project, 2024).

O mapa raster de Uso e Ocupação do Solo (item A da Tabela 6) foi processado em pixels de 10x10m e foi gerado a partir das bases disponíveis pela municipalidade (ver Tabela 2). Para o processamento foi filtrado da base de parques e Unidades de Conservação (UC) somente os parques atuais existentes, excluindo os parques propostos e em implantação, e os classificados no de categoria “Parque de Conservação” da base de Parques e UCs disponível na plataforma Geosampa.

Tabela 2: Bases utilizadas para o Mapa de Uso e Cobertura do Solo (UOS)

Base	Ano	Fonte

Parques e Unidades de Conservação	sem informação	Prefeitura de São Paulo / SVMA
Mapeamento da Cobertura Vegetal	2017	Prefeitura de São Paulo / SVMA
Praças e largos	2025	Prefeitura de São Paulo / SVMA
Quadra viária	2016	Prefeitura de São Paulo / SMUL
Represa Nível máximo	2021	Prefeitura de São Paulo / SMUL
Massa d'água	2021	Prefeitura de São Paulo / SMUL

Fonte: Elaborado pela autora com base em dados do GeoSampa (PMSP, 2024).

Em relação a base de cobertura vegetal as diversas categorias foram aglutinadas e resumidas em uma quantidade menor de categorias conforme a tabela 3. Além disso, a categoria de vegetação herbácea e arbustiva foi desconsiderada ao “rodar” o modelo, por representar áreas com vegetação pouco significativas para o papel de refúgios climáticos, como por exemplo campos de futebol e canteiros centrais pouco arborizados.

Tabela 3: Categorias de cobertura vegetal e correspondência no Mapa UOS

Categorias da Base de Cobertura Vegetal	**Categorias do Mapa UOS**
Floresta ombrófila densa alto-montana (mata nebular)	Florestas e maciços florestais
Floresta ombrófila densa secundária em estágio avançado e floresta ombrófila densa primária	
Floresta ombrófila densa secundária em estágio inicial	
Floresta ombrófila densa secundária em estágio médio	
Floresta paludosa e ou de várzea	
Maciços florestais heterogêneos e bosques urbanos	
Maciços florestais homogêneos	
Mista	
Baixa cobertura arbórea, arbóreo-arbustiva e ou arborescente	Baixa a média cobertura arbórea
Média a alta cobertura arbórea, arbóreo-arbustiva e ou arborescente	
Vegetação herbáceo-arbustiva	Vegetação herbáceo arbustiva
Vegetação herbáceo-arbustiva de várzea ou de brejo	
Agricultura	Agricultura
Campos	Campos altos montanos

Fonte: Elaborado pela autora.

Para processamento do modelo considera-se que todas as áreas vegetadas de caráter público do município, incluindo a arborização urbana viária, são extraídas a partir da base de cobertura vegetal, excluindo a categoria de vegetação herbácea arbustiva, como já mencionado. Ainda que a vegetação intra quadra e de caráter privado sejam áreas verdes importantes do ponto de vista microclimático e para drenagem urbana da cidade, por terem limitações de acesso, já que em sua grande maioria são espaços privados, não considera-se como ‘refúgios climáticos’.

Para a tabela de atributos (item B da Tabela 6), para cada categoria de área verde no mapa de UOS, utilizou-se valores binários 0 ou 1, simplificando as subjetividades possíveis em definir valores intermediários. Para o raio de busca do modelo adotaram-se diferentes métricas conforme o tipo de área verde:

- Vegetação viária: raio de 100m, considerando uma distância aproximada de 1 quadra, considerando que em uma condição ideal, aquele pixel ou conjunto de pixels de vegetação viária, representaria uma rua arborizada que poderia funcionar, numa escala de vizinhança como um refúgio climático.

- Praças e largos verdes: raio de 1.250m, baseado numa distância a pé de 15min, considerando uma caminhada leve com velocidade média de 5km/h (GIANNOULAKI; CHRISTOFOROU, 2024).

- Parques foi considerada a distância de 3.750m considerando aproximadamente uma distância de 15 min de bicicleta, considerando uma velocidade média de 15km/h.

O raster de população por pixel, (Tabela 6 - C) foi gerado com resolução de pixels de 10x10m a partir dos dados de setores censitários do IBGE do Censo 2022, com processamento feito a partir de código R, elaborada pela autora. O limite escolhido para sumarizar os resultados (Tabela 6 - D) foi o de setores censitários, para facilitar a correlação com indicadores socioeconômicos. Adicionalmente, associada à tabela de atributos da base vetorial de setores censitários, foram consideradas os dados de raça, sexo e faixa etária por cada setor, com o objetivo de executar o modelo sumarizando os resultados em relação a estas categorias.

Para a definição do desejo de vegetação per capita (Tabela 6 - E), o modelo adota o dado em m² per capita como unidade de análise. Em relação a este dado, muitos artigos citam uma diretriz atribuída a Organização Mundial da Saúde (OMS), de que a recomendação é um mínimo de 9m² e um valor ideal de até 50m² de área verde por habitante (Badiu *et al*, 2016; Russo *et al*, 2018; Hassan *et al,* 2025). Entretanto, a aplicação desse parâmetro varia e nota-se que não há um padrão universal, principalmente pela diversidade de definições e classificações de áreas verdes, além de diferenças contextuais principalmente relacionadas ao clima e população (Hassan *et al*, 2025).

Cidades e estudos ao redor do mundo frequentemente estabelecem metas e parâmetros próprios (Hassan *et al*, 2025), oscilando para dentro e fora desta suposta[3] recomendação da OMS. Portanto, diante da inexistência de um valor que possa ser cientificamente validado como parâmetro universal e, na ausência de uma meta quantitativa específica definida pela legislação municipal vigente, optou-se por utilizar a média da cidade como o balizador do desejo de vegetação para o modelo.

O cálculo consistiu no somatório das áreas de vegetação pública provenientes das bases de Cobertura Vegetal, Parques e UCs, e Praças e Largos, com a exclusão das tipologias herbácea e

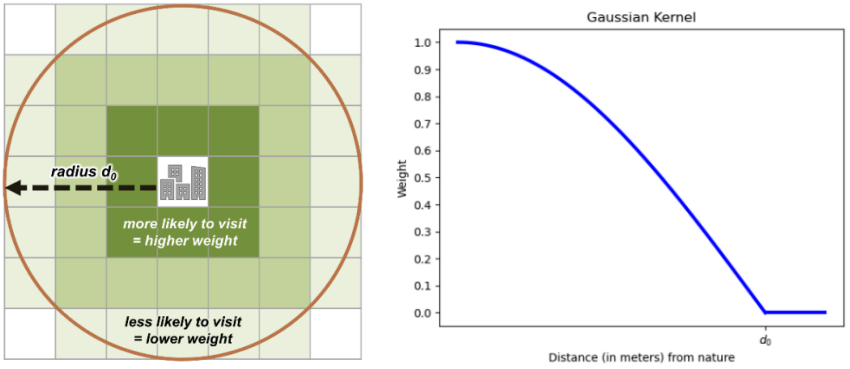
[3] O termo “suposta” é empregado devido à dificuldade técnica de localizar a fonte primária original da OMS em repositórios digitais oficiais, ainda que a citação de 9m² a 50m² seja presente em artigos acadêmicos e documentos de organizações internacionais (Badiu et al., 2016; Russo et al., 2018; Hassan et al., 2025).

arbustiva, excluindo também as áreas intraquadra. A razão entre essa área total e a população residente (IBGE, 2022) estabeleceu o indicador de 4,5 m² per capita. Este valor foi estabelecido como o dado base do modelo: ele funciona como a linha de corte para a identificação de áreas de déficit ou de superávit[4] de vegetação urbana, permitindo que o modelo aponte espacialmente onde o município de São Paulo se encontra acima ou abaixo de sua própria capacidade média atual de acesso à vegetação.

2.2 Execução

Para a execução do modelo assume-se que a frequência de uso de áreas verdes diminui à medida que a distância entre essas áreas e as residências das pessoas aumenta. Este fenômeno conhecido como "decaimento por distância" (NATURAL CAPITAL PROJECT apud ANDJKJAER & ARVIDSEN, 2015) é formalizado por meio de uma função gaussiana (ver Imagem 1), dando peso maior às áreas próximas às áreas verdes com declínio suave até atingir a distância máxima (d0) definida nos raios (ver 2.1). A distância é calculada de forma euclidiana (ver 2.3), ou seja, em linha reta entre os centros dos pixels quadrados.

IMAGEM 1: Decaimento da distância entre a vegetação urbana e a população



Fonte: Natural Capital Project (2024)

O modelo foi configurado para operar com raios definidos por classe de vegetação urbana, assumindo que a atratividade e o potencial de deslocamento variam conforme a tipologia: admite-se, por exemplo, uma maior disposição da população para percorrer distâncias longas para ir a um parque em comparação a uma praça local. Os valores utilizados já foram supracitados no 2.1.

Adicionalmente, também se configurou o modelo para sumarizar os resultados por grupos populacionais (raça, sexo e faixa etária). Dessa forma será possível compreender as disparidades no acesso à vegetação sob uma perspectiva sociodemográfica. A partir dos mapas

[4] Define-se como "superávit" qualquer valor que exceda o parâmetro inserido no modelo (neste caso, mais de 4,5 m² per capita). É importante ressaltar que apesar de o termo "superávit" possuir normalmente uma conotação de saldo positivo em relação ao parâmetro, isso não implica necessariamente abundância. Por exemplo, se o modelo fosse calibrado com um parâmetro de 1 m²/hab, um pixel apresentando 2 m²/hab seria classificado como superávit, ainda que, em termos de serviços ecossistêmicos, esse valor possa ser considerado baixo.

gerados, foram extraídos dados quantitativos de déficit ou superávit de vegetação (m² per capita) em combinação com dados do censo com o objetivo de compreender qual a dimensão da população em déficit ou superávit no município como um todo e por distrito, e suas características demográficas.

2.3 Limitações

A aplicação do modelo proposto envolve simplificações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação dos resultados, especialmente para evitar generalizações em contextos urbanos complexos como o de São Paulo. As principais limitações são detalhadas a seguir:

A distância de busca é calculada de forma euclidiana, ou seja, por meio de raios geométricos em linha reta a partir do centro de cada pixel. Essa abordagem não contabiliza a configuração real da rede de transporte nem a presença de barreiras físicas (naturais ou antrópicas). Na prática, a caminhabilidade é condicionada pela declividade, qualidade das calçadas, segurança pública e obstáculos como vias de tráfego rápido ou corpos d'água.

No município de São Paulo, essa limitação é acentuada pelo fato de a maioria dos parques ser cercada, possuindo acessos controlados e portarias específicas. Consequentemente, a acessibilidade estimada pelo modelo pode ser superior a real, pois o algoritmo considera o entorno imediato do parque como beneficiário, ignorando que o ponto de entrada oficial pode estar a centenas de metros de distância. Exemplos notáveis dessa discrepância são observados nos entornos do Parque Anhanguera e do Parque do Carmo, onde a vasta área verde pode sugerir um alto provimento para vizinhanças que, na realidade, possuem acessibilidade física restrita ou inexistente por falta de portarias próximas.

Além disso, como já mencionado na introdução, para se calcular o déficit ou desejo de vegetação se usa um dado de m² de vegetação per capita que pode variar a depender da abordagem, já que não há um parâmetro universal que define um valor ideal de m² per capita. Algumas cidades possuem metas neste sentido, como não é o caso, optou-se por usar como base o valor médio do próprio município.

Por fim, embora os resultados possam servir como um indicador aproximado do acesso à vegetação, ele é de natureza quantitativa e espacial. Ou seja, não reflete os benefícios recreativos e de saúde proporcionados pelas áreas verdes, e também não capturam de forma completa fatores culturais ou a complexidade das interações entre as pessoas e a vegetação, a qualidade, segurança, entre outros fatores qualitativos dos espaços verdes. Os resultados devem ser lidos como um indicador de disponibilidade potencial e não como uma medida definitiva da experiência real e subjetiva entre pessoa e vegetação urbana.

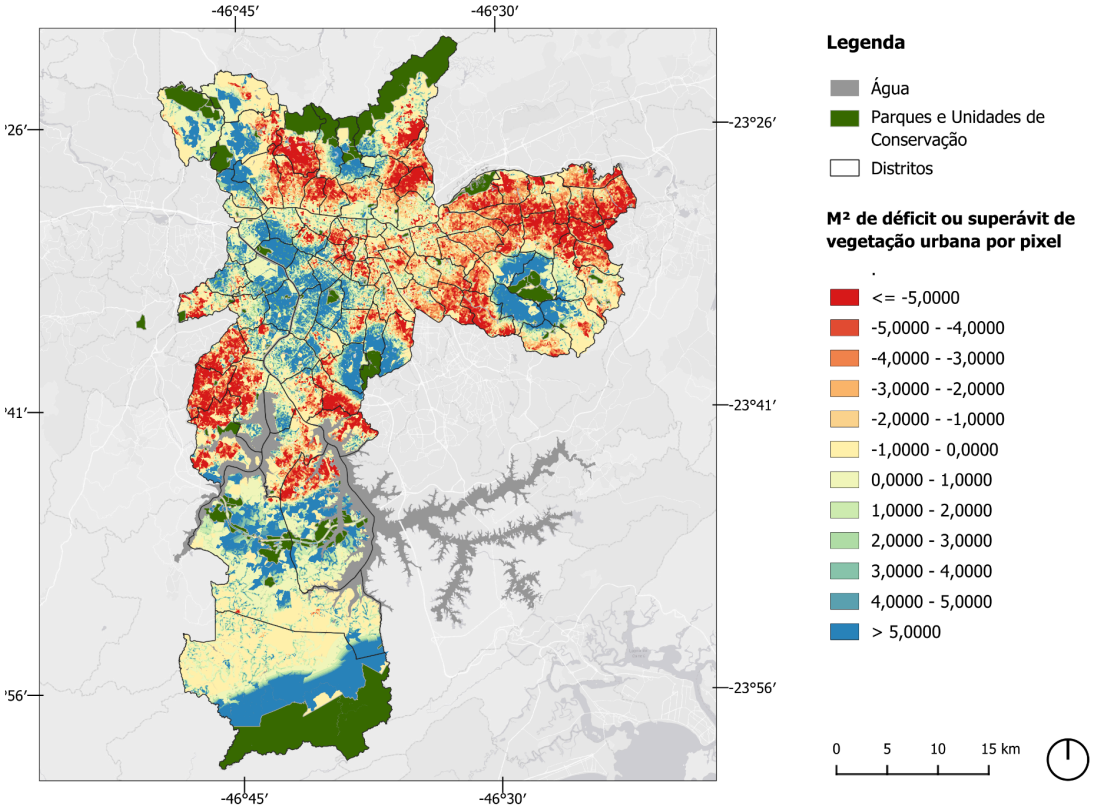
3. RESULTADO E DISCUSSÃO

O primeiro produto gerado pelo modelo, apresentado na Imagem 2, representa o saldo agregado de vegetação urbana por pixel. Este indicador calcula o balanço total de vegetação em m², em relação à demanda populacional contida em cada pixel de 10x10m. Valores

positivos indicam um excesso de oferta, enquanto valores negativos apontam para um déficit de vegetação. Este mapa é de particular relevância para compreender a magnitude absoluta do déficit, permitindo identificar onde o volume de vegetação é insuficiente para atender à população ali residente.

Os resultados revelam que a vasta maioria das áreas urbanizadas do município em direção às periferias da cidade apresenta um déficit consolidado. Esse cenário é crítico nas periferias das zonas Norte, Leste e Sul, com exceção das áreas sob influência direta de grandes parques e Unidades de Conservação (UCs).

IMAGEM 2: Mapa balanço total do m² de déficit ou "superávit" de vegetação urbana por pixel.

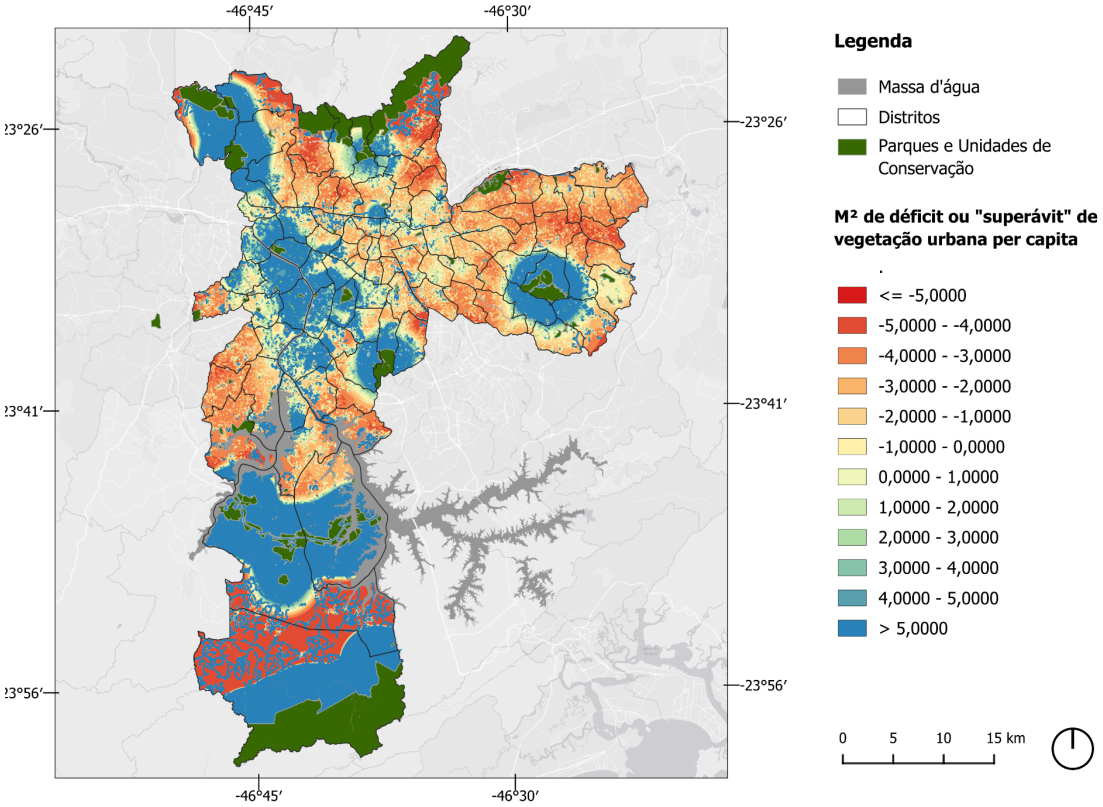


Fonte: Modelo *Urban Nature Access*. Elaboração da autora, 2026.

Destacam-se, em tons azulados (superávit), o eixo sudoeste e oeste, abrangendo distritos como Pinheiros, Butantã, Morumbi, Moema e Perdizes, onde a vegetação viária é mais frequente, especialmente nos bairros jardins e na região da Cidade Universitária. Além disso, a proximidade de parques estruturantes, como o Ibirapuera e o Villa-Lobos, também reforça o saldo positivo nessas áreas, onde predominam estratos de renda média e alta.

Nas margens do Rio Tietê também aparecem manchas amareladas a azuladas; hipótese plausível é que esse aparente "superávit" resulte sobretudo da baixa densidade populacional (menos pessoas por pixel), e não necessariamente de maior presença de vegetação ou parques na área.

IMAGEM 3: Mapa do balanço per capita de m² de déficit ou "superávit" de vegetação urbana



Fonte: Modelo *Urban Nature Access*. Elaboração da autora, 2026.

A Imagem 3 apresenta o saldo de vegetação urbana per capita em nível de pixel. Diferente da imagem 2 anterior, este *output* desagrega o balanço por indivíduo, sendo o indicador mais preciso para interpretar o grau de privação de vegetação experimentado pelos cidadãos em diferentes pontos da cidade.

O mapeamento evidencia desigualdades: as manchas em tons de laranja e vermelho sinalizam onde o déficit individual atinge níveis mais severos (≤−5 m²/hab). Destacam-se as regiões de Sapopemba, Capão Redondo, Cidade Ademar, Lajeado e Vila Medeiros, onde a combinação de alta densidade demográfica e escassez de cobertura vegetal resulta em uma privação ambiental maior por habitante.

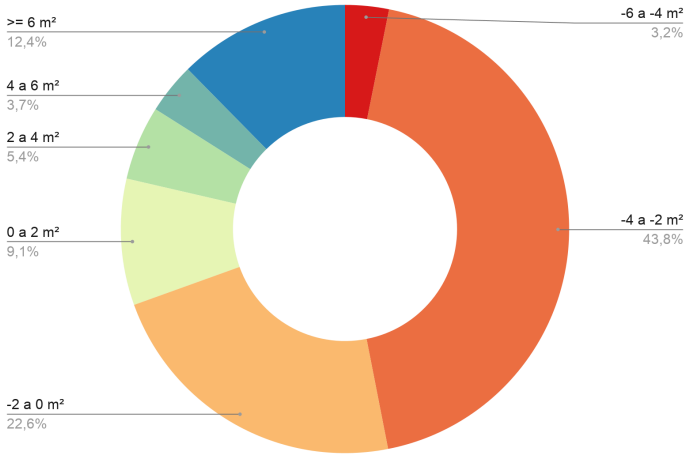
Os dados quantitativos extraídos do modelo (Imagem 4)[5] corroboram essa disparidade socioespacial: São Paulo possui mais de 7,9 milhões de pessoas em déficit de vegetação urbana, representando cerca de 69,5% da população do município e mais de 3,4 milhões em "superávit" de vegetação, isto representa 30,4% da população. Nota-se que aqui se está utilizando os dados globais do modelo, portanto considerando as áreas da zona

A maior parte da população, cerca de 43,7%, se encontra na faixa de déficit de 2 a 4 m² de vegetação, e depois, cerca de 22,5%, na faixa de 0 a 2 m² de déficit. Na categoria de superávit

[5] Aqui considera-se todos os dados do modelo, portanto também as zonas rurais.

destaca-se que a maior parte (12,3% da população total) está na maior faixa com 6 m² ou mais de vegetação.

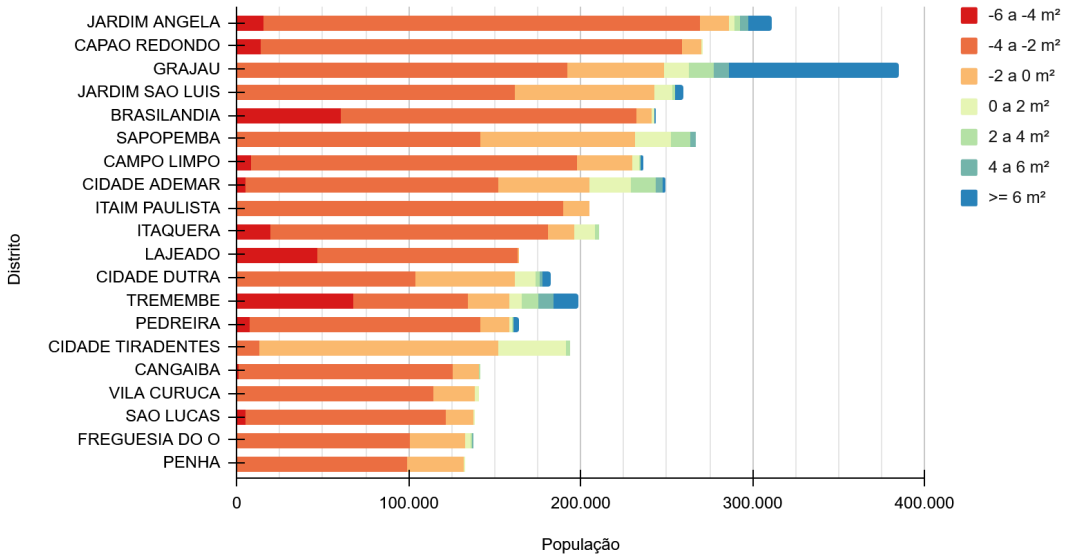
IMAGEM 4: Proporção da população de São Paulo em déficit ou "superávit" de vegetação urbana



Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

A Imagem 5 destaca os 20 distritos com os maiores contingentes populacionais em situação de déficit. Predominam nesta lista territórios das periferias da zonas Sul, Norte e Leste, com ênfase em Jardim Ângela, Capão Redondo, Grajaú, Jardim São Luís e Brasilândia. Juntos, esses cinco distritos somam mais de 1,28 milhões de pessoas com acesso deficitário à vegetação urbana, evidenciando uma escala de carência que ultrapassa a população de muitas cidades de médio porte brasileiras.

IMAGEM 5: Os 20 distritos com maior população total em déficit de vegetação urbana

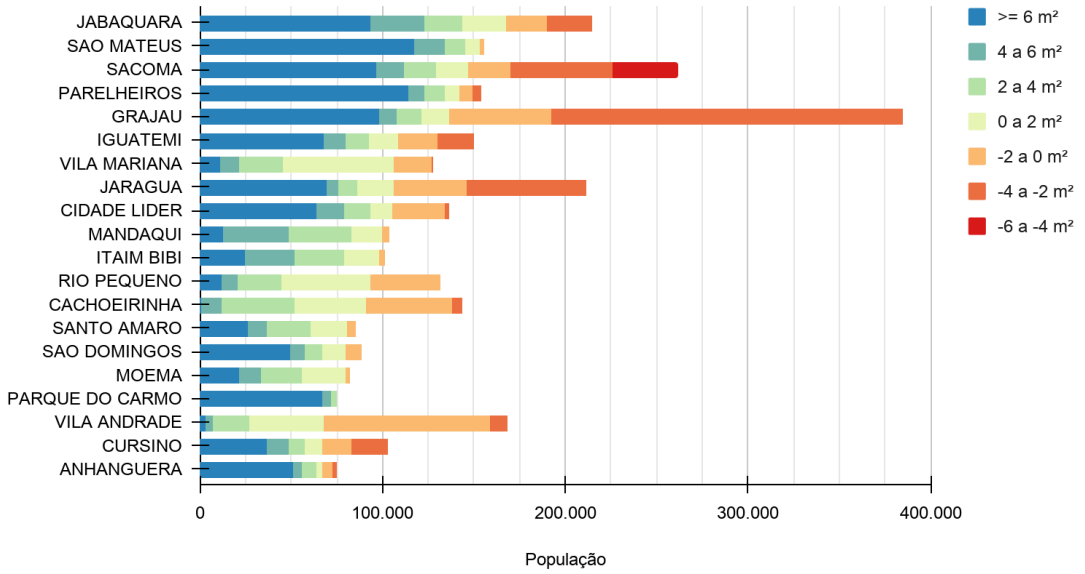


Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

Ao analisar a proporção da população, observa-se também que 3 distritos não apresentam nenhum habitante em situação de superávit, que são Ponte Rasa, Lajeado e Jardim Helena, todos na zona leste da cidade. Em contrapartida, Alto de Pinheiros, Vila Leopoldina e Parque do Carmo figuram como os distritos sem população em déficit, sendo os dois primeiros localizados na zona oeste, com características de serem áreas com presença abundante de vegetação viária além da presença de praças e grandes parques como o Parque Villa Lobos, já o distrito Parque do Carmo contém o parque de mesmo nome. São bairros que se destacam pela abundância de áreas vegetadas públicas em relação a outros.

Os distritos que lideram o ranking de maior quantidade de população em superávit (Imagem 6) também estão localizados em áreas periféricas, como São Mateus, Parelheiros e Grajaú. Este fenômeno explica-se pela vizinhança imediata com Parques Naturais Municipais e Parques Estaduais.

IMAGEM 6: Os 20 distritos com maior quantidade de população total em superávit de vegetação urbana



Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

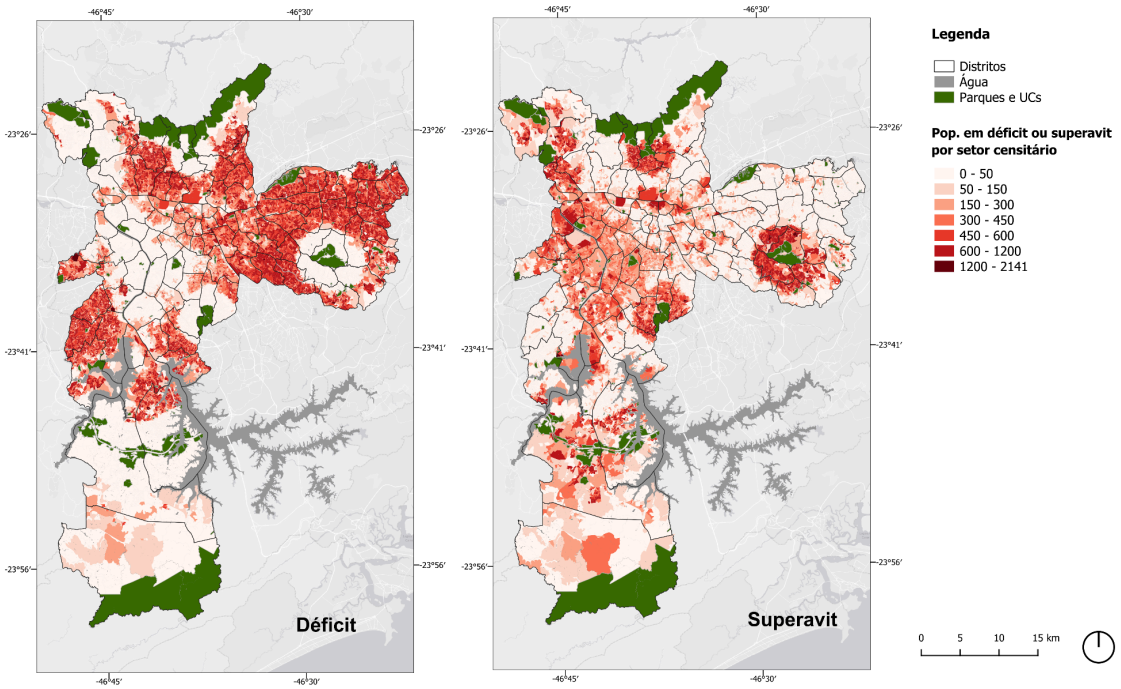
Alguns, como Grajaú, apresentam uma dualidade: embora a presença de uma UC gere um "superávit" estatístico para as populações residentes em suas franjas, a vasta maioria da população desses mesmos distritos permanece nas categorias de déficit. Isso indica que a vegetação nessas áreas é concentrada e não distribuída pelo tecido urbano, criando ilhas de acesso em meio a um território predominantemente desprovido de verde.

Destaca-se aqui também a limitação em relação ao modelo, o Parque Anhanguera e o Parque Estadual do Jaraguá, por exemplo, possuem poucas entradas, portanto este fator pode estar supervalorizando o dado de acesso que na realidade possui limitações consideráveis.

Ao espacializar a população em déficit e superávit (Imagem 7), observa-se uma saturação generalizada de déficit na zona leste, com exceção do entorno do Parque do Carmo, e uma carência generalizada na zona norte, com exceção do entorno do Horto Florestal e Parques

Anhanguera e Pico do Jaraguá. Na zona sul, o déficit é acentuado tanto no vetor oeste (Campo Limpo, Capão Redondo) quanto no vetor leste (Grajaú, Cidade Ademar). Em contrapartida, o eixo sudoeste (Butantã, Pinheiros, Morumbi e Moema), região de maior poder aquisitivo, concentra os menores índices de déficit e os superávits mais expressivos.

IMAGEM 7: População em déficit ou superávit de vegetação urbana por setor censitário

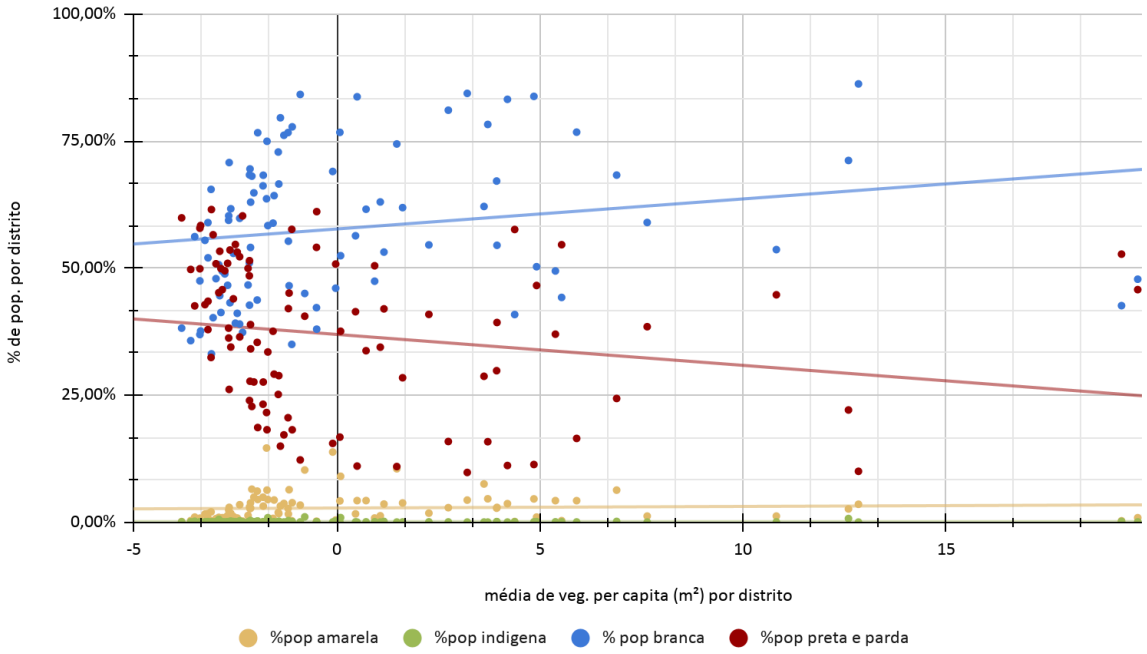


Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

Segundo o Censo IBGE (2022), a população paulistana é composta por 52,9% de brancos, 32% de pardos, 9,7% de pretos, 2% de amarelos e 0,1% de indígenas. A correlação entre raça e a média de vegetação *per capita* por distrito (Imagem 8)[6], no gráfico cada distrito é representado por um ponto, e revela um cenário de escassez democratizada.

IMAGEM 8: Relação entre a % de população por raça e a média de vegetação per capita por distrito

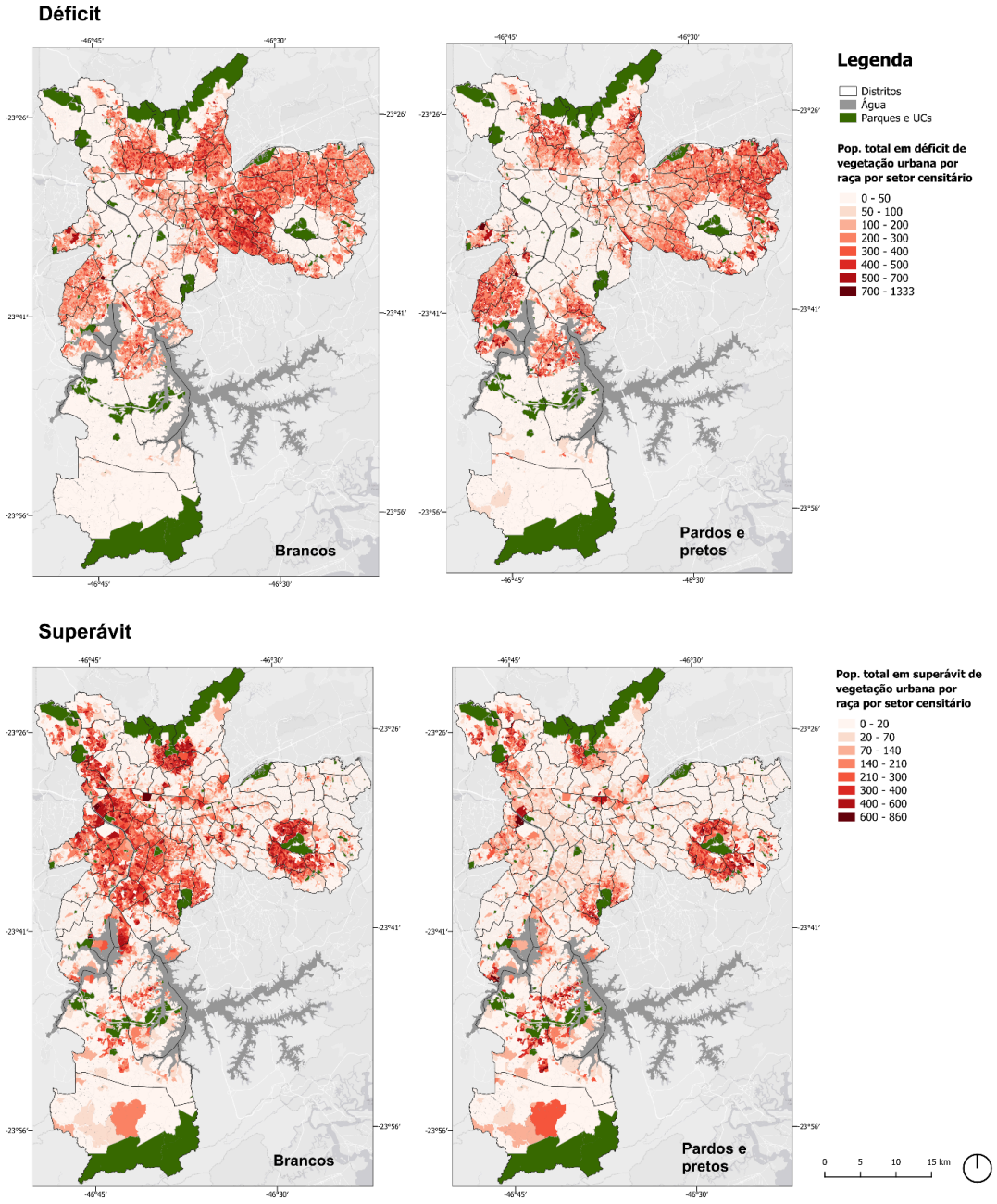
[6] Neste e nos próximos gráficos, exclui-se os dados dos distritos de Marsilac e Parelheiros por estarem majoritariamente na zona rural do município, definido conforme o Plano Diretor Estratégico de 2014. Como são áreas com muita vegetação, distorcem as linhas de tendência, que aqui são focadas na análise das áreas urbanas.



Fonte: Modelo *Urban Nature* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

As linhas de tendência nos gráficos de dispersão revelam uma correlação estatística direta onde distritos com maior porcentagem de população parda e preta tem menor média de vegetação per capita. Em relação a população branca, a linha de tendência se inverte, quanto maior a porcentagem de população branca, maior a vegetação per capita. Quanto à população amarela e indigena as linhas mantêm horizontais, ou seja, numericamente a falta de vegetação atinge todas as raças de forma similar.

IMAGEM 9: Relação entre a % de população por sexo e a média de vegetação per capita por distrito



Fonte: Modelo *Urban Nature Access*. Elaboração da autora, 2026.

A análise espacial (ver Imagem 9) revela que os padrões de déficit parecem se repetir entre brancos e pretos, com a diferença de intensidades, a população parda e preta é mais afetada próximo às bordas da cidade, e a população branca mais próximo das zonas centrais e marginais.

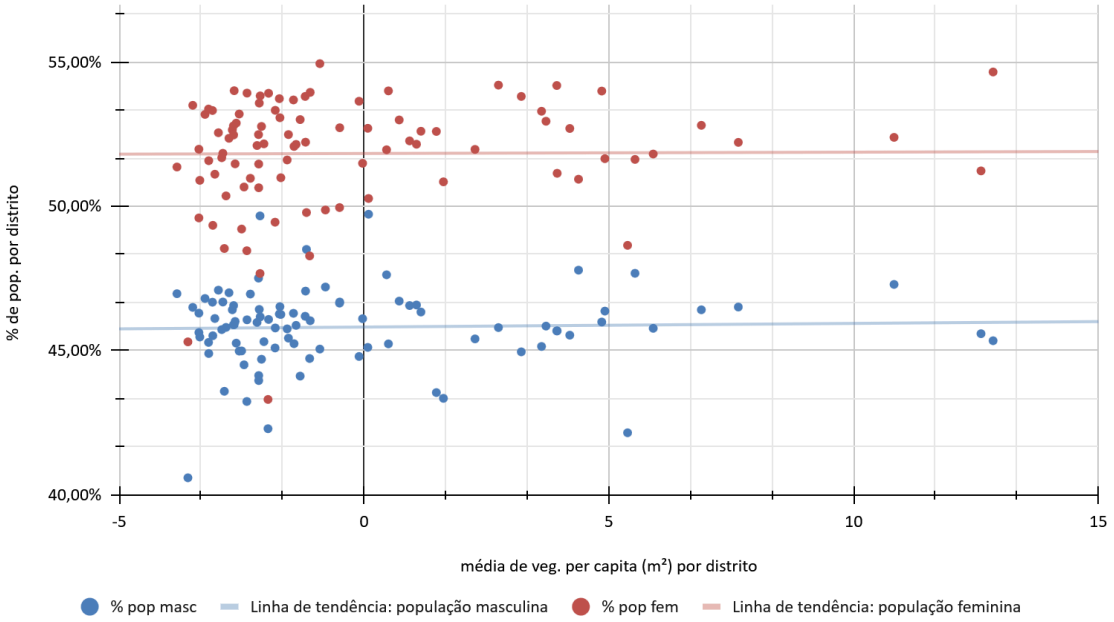
A população branca em déficit está disseminada pelas zonas norte, leste e sul, com exceção dos entornos do Parque do Carmo, Horto Florestal e Parque Estadual Fontes do Ipiranga, e com intensidade na região da Vila Prudente e Sapopemba. A população parda e preta em déficit

apresenta-se mais concentrada nos extremos do território, onde notam-se manchas intensas no extremo leste (Itaim Paulista, Vila Curuçá, Lajeado), ao sul (Cidade Ademar, Capão Redondo, Grajaú, Raposo Tavares) e ao norte (Brasilândia, Tremembé).

Por outro lado, em relação aos mapas de superávit, notamos que a população branca conta mancha mais destacada é no eixo sudoeste, nos entornos da marginal pinheiros, onde se encontram também os bairros da cidade mais privilegiados socioeconomicamente, e também mais a leste nos entornos do Parque do Carmo.

Já para a população parda e preta se concentra nas zonas mais periféricas, aparentemente associada à proximidade de parques e UCs, a norte próximo ao Horto Florestal, Jaraguá e Anhanguera; a leste próximo ao parque do Carmo; a sul próximo às represas e Parque Estadual da Serra do Mar. Evidenciando que o acesso ao verde para esses é maior em áreas distantes dos centros de emprego e serviços da cidade.

IMAGEM 10: Relação entre a % de população por sexo e a média de vegetação per capita por distrito



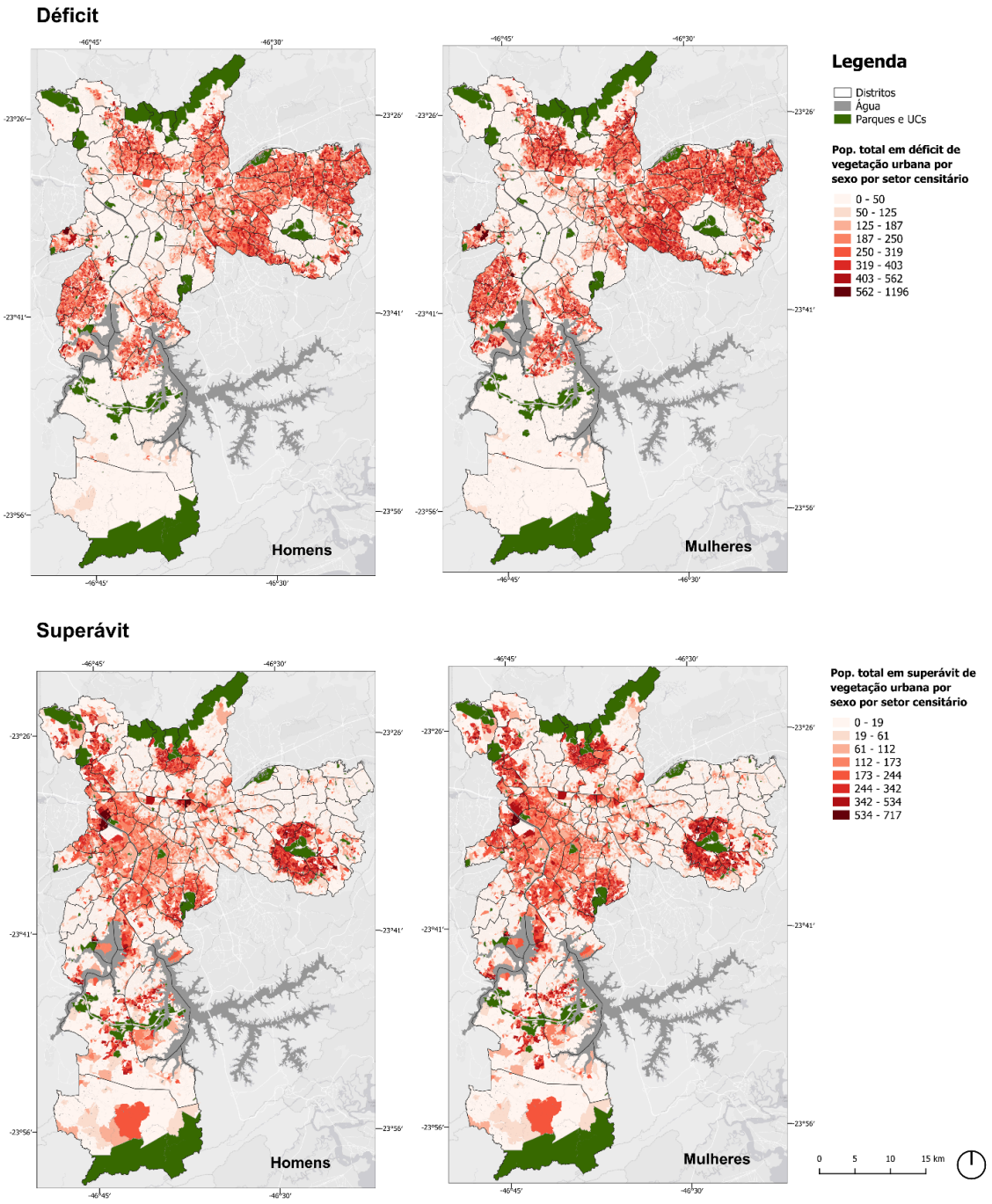
Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração da autora, 2026.

A estrutura demográfica de São Paulo apresenta uma predominância feminina (52,9% contra 47,1% de homens). O cruzamento entre gênero e vegetação (Imagem 10), onde cada ponto representa um distrito, reflete padrões similares aos da população amarela e indígena. Nota-se uma inclinação sutil na linha de tendência para a população masculina, sugerindo que distritos com maior percentual de homens poderiam ter um acesso ligeiramente maior, embora a inclinação seja tênue demais para uma afirmação categórica de correlação.

A análise espacial (Imagem 11) mostra que os padrões de déficit e superávit são praticamente idênticos para ambos os sexos. A maior intensidade observada nos mapas femininos (tons de vermelho mais escuros) é um reflexo direto da densidade populacional (há mais mulheres na

cidade) e não necessariamente uma evidência de que o déficit é maior para as mulheres, reforçando o caráter estrutural do déficit de vegetação paulistano.

IMAGEM 11: População em déficit e superávit de vegetação urbana por setor censitário por sexo



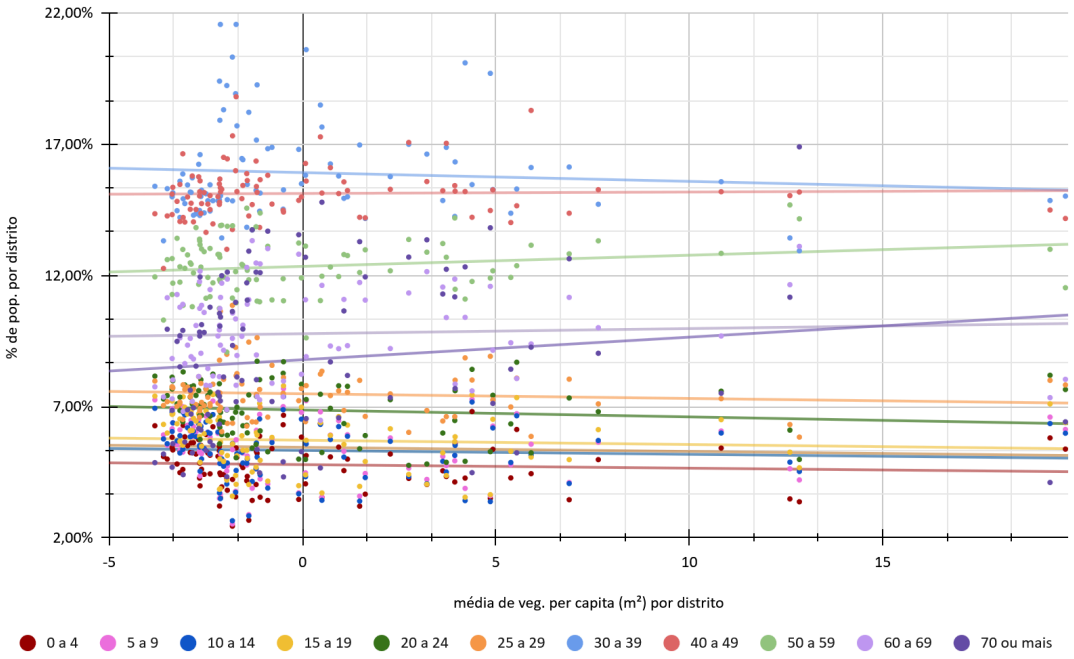
Fonte: Modelo *Urban Nature Access*. Elaboração da autora, 2026.

Do ponto de vista etário, observa-se no gráfico da imagem 12, que se mantém a predominância de déficit em todas as faixas etárias, com a maioria das linhas de tendência com uma inclinação leve, com exceção da faixa etária de 30 a 39 anos onde observamos uma linha mais inclinada que indica que os distritos com mais população nesta faixa possuem menor média de vegetação per capita.

Nota-se também uma inclinação maior nas linhas das faixas de 50 a 59 anos e na faixa de 70 ou mais, mostrando uma tendência que os distritos com mais populações nestas faixas desfrutam de maior média de vegetação per capita.

Em relação às outras faixas etárias em geral, observa-se uma leve inclinação no sentido contrário das anteriores, ou seja, uma levíssima tendência de que os distritos com mais população dessas faixas têm menor vegetação per capita. Novamente ressalta-se, com exceção das linhas das faixas de 30 a 39, 50 a 59 e 70 anos ou mais, as demais possuem inclinações leves, não sendo possível afirmar categoricamente que estas correlações são verdadeiras.

IMAGEM 12: Relação entre a % de população por faixa etária e a média de vegetação per capita por distrito.



Fonte: Modelo *Urban Nature Access* e Censo IBGE 2022. Elaboração própria, 2026.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre os refúgios climáticos urbanos e o acesso à vegetação em São Paulo reafirma a urgência da agenda de adaptação climática, posicionando a infraestrutura verde como elemento central na mitigação do calor e na promoção da justiça socioambiental. O achado mais alarmante deste estudo é a constatação de que 69,5% da população paulistana

(aproximadamente 7,9 milhões de pessoas) vive em condição de déficit de acesso à vegetação, utilizando como parâmetro a própria média municipal de 4,5 m²/hab. Esse dado quantitativo, evidencia que a carência de vegetação urbana não é uma exceção, mas a regra que define a experiência urbana em São Paulo.

Essa disparidade não se manifesta de forma aleatória no território, mas reflete as desigualdades socioespaciais históricas da cidade. O déficit é mais severo e concentrado nas periferias das zonas Leste, Norte e Sul, em distritos como Sapopemba, Capão Redondo e Cidade Ademar, que somam centenas de milhares de pessoas em situação crítica. Em contrapartida, as áreas de superávit consolidado concentram-se no eixo sudoeste, região mais privilegiada economicamente. A sobreposição entre a escassez de vegetação e as áreas de menor renda sugere uma injustiça espacial e ambiental, onde o direito a áreas mais frescas torna-se um privilégio geográfico.

A análise sociodemográfica revelou que, embora o déficit atinja numericamente todos os grupos raciais, a vulnerabilidade climática é acentuada por marcadores de raça. Enquanto a população branca em déficit está dispersa por áreas consolidadas, as populações parda e preta estão concentradas nas partes mais periféricas, onde o déficit de vegetação se soma a outras vulnerabilidades. O superávit identificado para esses grupos, muitas vezes decorrente da proximidade com unidades de conservação de borda e parques isolados, não anula a carência de áreas verdes qualificadas e acessíveis no cotidiano.

Em um cenário de agravamento das ondas de calor, a desigualdade no acesso aos refúgios climáticos verdes representa um risco real e iminente para os corpos mais vulneráveis. As limitações deste estudo não invalidam a necessidade de ações que territorializem os investimentos em aumentar a vegetação urbana.

Por fim, os resultados indicam que a criação de refúgios climáticos deve ser incorporada como estratégia central em São Paulo. É essencial que a expansão da cobertura vegetal priorize os distritos com os maiores déficits de vegetação, garantindo que a adaptação e resiliência climática caminhe junto com a justiça climática.

REFERÊNCIAS

ARAM, F. et al. Urban green space cooling effect in cities. **Heliyon**, v. 5, n. 4, p. e01339, 08 abr. 2019.

BADIU, D. L. et al. Is urban green space per capita a valuable target to achieve cities' sustainability goals? Romania as a case study. **Ecological Indicators**, v. 70, p. 53–66, nov. 2016.

BERTRAM, C.; REHDANZ, K. The role of urban green space for human well-being. **Ecological Economics**, v. 120, n. 0921-8009, p. 139–152, dez. 2015.

COPERNICUS. **Global Climate Highlights Report 2024.** Bonn: Copernicus Climate Change Service, 2025. Disponível em: https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024

COPERNICUS. **Global Climate Highlights 2025**. Bonn: Copernicus Climate Change Service, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.24381/b3nm-p354

GIANNOULAKI, M.; CHRISTOFOROU, Z. Pedestrian Walking Speed Analysis: A Systematic Review. **Sustainability**, v. 16, n. 11, p. 4813, 2024.

GILL, S. E. et al. Adapting Cities for Climate Change: the Role of the Green Infrastructure. **Built Environment**, v. 33, n. 1, p. 115–133, 2007.

HASSAN, Y. N.; JOMBACH, S. Urban Green Space per Capita for Sustainable and Equitable Urban Planning: A Systematic Review and Bibliometric Analysis. **Land**, v. 15, n. 1, p. 29, 23 dez. 2025.

HEAVISIDE, C.; MACINTYRE, H.; VARDOULAKIS, S. The Urban Heat Island: Implications for Health in a Changing Environment. **Current Environmental Health Reports**, v. 4, n. 3, p. 296–305, 10 jul. 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022: **Primeiros Resultados: apresentação.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Slides. Disponível em: https://nada.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/3083d0bc0f22b062362290dd2c67b914.pdf.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA. **Ano de 2024 é o mais quente no Brasil desde 1961**. Brasília, 2 jan. 2025. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/2024-%C3%A9-o-ano-mais-quente-da-s%C3%A9rie-hist%C3%B3rica-no-brasil

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA. **Ano de 2025 foi o sétimo mais quente no Brasil desde 1961**. Brasília, 20 jan. 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/ano-de-2025-foi-o-s%C3%A9timo-mais-quente-no-brasil-desde-1961.

IPCC. Summary for policymakers. In: **CLIMATE CHANGE 2021: The physical science basis.** Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. p. 3–32.

IPCC. Summary for policymakers. In: **CLIMATE CHANGE 2022: Impacts, adaptation and vulnerability.** Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. p. 3–33.

IPCC. Summary for policymakers. In: **CLIMATE CHANGE 2023: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023. p. 1-34.

NATURAL CAPITAL PROJECT. **Urban Nature Access.** InVEST 0.0. Org. Stanford University. 2024.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO (PMSP). **GeoSampa: Sistema de Informações Geográficas de São Paulo**. 2024.

QUEIROGA, E. F. Sistemas de espaços livres. In: **Dimensões públicas do espaço contemporâneo: resistências e transformações de territórios, paisagens e lugares urbanos brasileiros**. 2012. Tese (Livre Docência em Urbanismo e Paisagismo) - FAU-USP, São Paulo, 2012. p. 67-133.

RUSSO, A.; CIRELLA, G. Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 10, p. 2180, 5 out. 2018.

TADROS, W. *et al*. **Demographic trends and urbanization**. Washington, D.C.: World Bank Group, 2021. Disponível em: http://documents.worldbank.org/curated/en/260581617988607640

WONG, N. H. et al. Greenery as a Mitigation and Adaptation Strategy to Urban Heat. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 2, n. 3, p. 166–181, 1 mar. 2021.

YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy and Buildings**, v. 38, n. 2, p. 105–120, fev. 2006.