

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)**

**MONOGRAFIA**

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE**  
**PLANTIO NA ARBORIZAÇÃO URBANA EM SÃO**  
**JOSÉ DOS CAMPOS – SP, ATRAVÉS DO**  
**SOFTWARE ARBIO**

**Kenedy Donizete Ribeiro da Mota**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)**

**IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PLANTIO NA ARBORIZAÇÃO  
URBANA EM SÃO JOSÉ DOS CAMPOS – SP, ATRAVÉS DO SOFTWARE  
ARBIO**

**KENEDY DONIZETE RIBEIRO DA MOTA**

*Sob a Orientação da Pesquisadora*

**Giuliana Del Nero Velasco**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Arborização Urbana**, no Curso de Pós-Graduação Arborização Urbana (Lato sensu) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Seropédica, RJ  
Março de 2023

## Ficha Catalográfica

M917i Mota, Kenedy Donizete Ribeiro da , 1990-  
Identificação de oportunidades de plantio na  
Arborização Urbana em São José Dos Campos - SP, através  
do software ARBIO / Kenedy Donizete Ribeiro da Mota.  
- São José dos Campos - SP, 2023.  
41 f.

Orientadora: Giuliana Del Nero Velasco.  
Trabalho de conclusão de curso(Graduação). --  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós  
Graduação em Arborização Urbana, 2023.

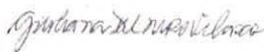
1. Arborização Urbana. 2. Planejamento Urbano. 3.  
Software ARBIO. 4. Urbanismo e Sustentabilidade. I.  
Velasco, Giuliana Del Nero , 1976-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Pós-Graduação em Arborização Urbana III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PÓS-GRADUAÇÃO ARBORIZAÇÃO URBANA (Lato sensu)**

**KENEDY DONIZETE RIBEIRO DA MOTA**

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Arborização Urbana**, no Curso de Pós-Graduação em Arborização Urbana (Lato sensu)

MONOGRAFIA APROVADA EM 29/03/2023



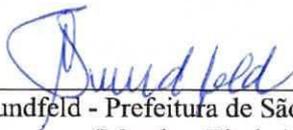
---

Dra. Giuliana Del Nero Velasco - Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)  
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** LUIS MAURO SAMPAIO MAGALHAES  
Data: 14/06/2023 09:34:17 -0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Luís Mauro Sampaio Magalhães - UFRRJ  
(Membro Titular)



---

Dra. Andrea Sundfeld - Prefeitura de São José dos Campos -SP  
(Membro Titular)

*“Se você só puder plantar uma única árvore,  
plante-a em uma cidade”*

**David Nowak,**

US Forest Service,  
PhD em Arborização Urbana  
pela Universidade da Califórnia.

## **DEDICATÓRIA**

*A Deus,  
razão do meu viver.*

*Em memória de minha amada mãe MARIA DO CARMO RIBEIRO DA MOTA,  
minha inspiração,*

*À minha família, amigos e orientadora*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ser meu guia e fortaleza em todos os instantes.

Aos meus amados pais Donizete Mota e Maria do Carmo (*in memoriam*), meus alicerces que sempre me apoiaram incondicionalmente em todos os desafios de minha vida.

Aos meus irmãos Kleber e Kelismar, e meus sobrinhos queridos Kamily, Guilherme, Emanuely, Luís e Maria Alice.

À orientadora Giuliana Del Nero Velasco do IPT, por todo carinho, cuidado e empenho. Obrigado por sua disposição em ajudar e pelas boas risadas. Agradeço também pelo acolhimento e por ser a ponte para o trabalho em São José.

À Andrea Sundfeld da Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade (SEURBS) por toda a dedicação em busca de arborização de qualidade, agradeço por confiar no meu trabalho e por todo o carinho durante as atividades. Nossas reuniões sempre foram fonte de muito aprendizado para mim!

À toda equipe da SEURBS que colaborou muito com os trabalhos, em especial Andrea, Paula Chiste, Nanne e Grazi exemplo de mulheres de muito trabalho e dedicação às árvores da cidade.

À empresa Progaia Engenharia e Meio Ambiente, pela oportunidade de trabalho em especial aos colegas da prospecção Niara, Bruna Saraiva e Lorena

Ao Reinaldo Araújo do IPT, por toda a colaboração com o software ARBIO.

À minha tia Maria Leonilda, por ter me cedido a casa em São José. Agradeço por toda a colaboração sem a qual esse trabalho não seria possível.

À Marília Gabriela por todo o carinho e por me aguentar nos momentos mais desafiadores. Obrigado por sua presença constante em minha vida.

Aos amigos da vida toda do GOU Renascer da UFRRJ

Ao Orlando por ser meu apoio nos trabalhos em São José. Obrigado meu caro por sua valiosa amizade e colaboração.

Aos amigos queridos Rodrigo Galber e Gabriele pelas boas conversas

Ao Danilo Vasconcelos por todo o suporte e pelos bons direcionamentos.

Aos amigos do Rio de Janeiro que me abrigaram, Thiago Vieira e Thais Vilaronga, obrigado pelos bons momentos.

Aos queridos colegas do PGAU, agradeço por todo o companheirismo e por todo o conhecimento compartilhado. Foi uma honra estar com vocês!

Aos amigos do apartamento do Rio Janeiro pelos ótimos momentos durante as aulas práticas.

Aos colegas de curso Dionatan, Fabyanna e Carol Nunes por toda a ajuda durante o curso e a elaboração desse trabalho.

Aos amigos do Grupo de Oração JPC por todo o carinho, acolhimento e por serem meu sustento espiritual em São José. Deus abençoe imensamente a todos vocês!

A todos que possa ter me esquecido de mencionar aqui, mas que moram no meu coração. **Gratidão!**

## RESUMO

MOTA, Kenedy D. R. da. **Identificação de oportunidades de plantio da arborização urbana em São José Dos Campos – SP, através do software ARBIO 2023**. 41f. Monografia (Especialização em Arborização Urbana) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

A presença de árvores em áreas urbanas pode trazer diversos benefícios à qualidade de vida da população e ao meio ambiente. No entanto, é fundamental que o planejamento dos novos plantios seja baseado em critérios técnicos visando minimizar possíveis conflitos com as estruturas urbanas. O município de São José dos Campos, em São Paulo, tem como objetivo plantar 56,5 mil árvores nas vias públicas da cidade nos próximos anos. Para identificar locais propícios para plantio, especialmente nas calçadas, é necessário selecionar espécies adequadas considerando o porte, a compatibilidade com o espaço disponível e as distâncias apropriadas para garantir o crescimento saudável das árvores. O software ARBIO, com seu módulo de planejamento, pode auxiliar na catalogação dos locais adequados para arborização, coletando informações sobre as características viárias e de localização e auxiliando a tomada de decisão pelos gestores públicos. Este estudo tem como objetivo identificar oportunidades de plantio de árvores na região do bairro Jardim Oriente, em São José dos Campos, utilizando o software ARBIO, e propor uma composição adequada de espécies para arborização viária. Foram realizadas inspeções em 36 logradouros públicos nos bairros Jardim Oriente, Jardim Oriental, Jardim do Céu e Jardim Rosário, de acordo com os critérios de afastamentos mínimos preestabelecidos pela prefeitura. Como resultado obteve-se a seleção de 348 pontos de plantio nas calçadas, sendo 43% para árvores de médio porte, 37% para pequeno porte e apenas 20% para espécies de grande porte. A largura das calçadas e o excesso de guia rebaixadas para acesso às garagens impossibilitaram o plantio em três logradouros. A classificação quanto ao tipo de logradouro revelou que cerca de 87,36% das oportunidades de plantio foram alocadas em ruas, 10,34% em avenidas e 2,30% em praças. Após a avaliação das condições para o plantio, foram identificados 338 locais adequados para novos plantios de árvores, que envolvem a necessidade de corte de pavimento e 10 pontos para plantios de reposição, dos quais 5 foram destinados a áreas onde houve remoção de árvores (destoca) e 5 para áreas que demandam replantio, em canteiros já delimitados. A proposta de composição das espécies para as oportunidades de plantio foi baseado na classificação quanto ao porte com base na lista de 32 espécies arbóreas disponíveis nos viveiros e pré-classificadas pela prefeitura municipal quanto a critérios técnicos. O software ARBIO demonstrou ser uma ferramenta eficaz para a identificação das oportunidades de plantio, garantindo celeridade na coleta e interpretação dos dados. A identificação de oportunidades de plantio mostrou ser uma estratégia importante na gestão da arborização urbana, proporcionando confiabilidade e segurança na inserção de novas árvores, minimizando riscos e maximizando benefícios.

**Palavras-chave:** Arborização Urbana .Planejamento Urbano. Software ARBIO. Urbanismo e Sustentabilidade

## ABSTRACT

MOTA, Kenedy D. R. da. **Identification for tree planting opportunities in district, São José dos Campos – SP - Brazil, using the ARBIO software.** 2023. 41f. Monography (Specialization in Urban Forest) Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The presence of trees in urban areas can bring several benefits to the quality of life of the population. However, it is essential that the planning of new plantings is based on technical criteria to minimize possible conflicts with existing urban structures. The municipality of São José dos Campos, in São Paulo, aims to plant 56.5 thousand trees on the city's public roads in the coming years. To identify suitable locations for planting, especially on sidewalks, it is necessary to select appropriate species considering the size, compatibility with the available space, and appropriate distances to ensure healthy tree growth. The ARBIO software, with its planning module, can assist in cataloging suitable locations for tree planting, collecting relevant information about road and location characteristics, and assisting decision-making by public managers. This study aims to identify opportunities for tree planting in the Jardim Oriente neighborhood in São José dos Campos, using the ARBIO software, and propose an adequate composition of species for roadside tree planting. Inspections were carried out in 36 public places in the Jardim Oriente, Jardim Oriental, Jardim do Céu, and Jardim Rosário neighborhoods, according to the minimum distance criteria established by the city. As a result, 348 planting points on sidewalks were selected, with 43% for medium-sized trees, 37% for small trees, and only 20% for large tree species. The width of the sidewalks and excessive lowered curbs for garage access prevented planting in three public places. The classification according to the type of public place revealed that about 87.36% of planting opportunities were allocated to streets, 10.34% to avenues, and 2.30% to squares. After evaluating the planting conditions, 338 suitable locations for new tree plantings were identified, involving the need for pavement cutting and 10 points for replacement plantings, of which 5 were allocated to areas where trees were removed (stump removal) and 5 to areas that require replanting in delimited gardens. The proposal for the species composition for planting opportunities was based on the classification according to size based on the list of 32 tree species available in nurseries and pre-classified by the municipality according to technical criteria. The ARBIO software proved to be an effective tool for identifying planting opportunities, ensuring speed in collecting and interpreting data. The identification of planting opportunities proved to be an important strategy in urban tree management, providing reliability and safety in the insertion of new trees, minimizing risks, and maximizing benefits.

**Keywords:** Urban forestry. Urban Planning. ARBIO software. Urbanism and sustainability.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 01.</b> Mapa de localização da região do bairro Jardim Oriente, município de São José dos Campos - SP. Fonte: Google Earth 2022. ....	18
<b>Figura 02.</b> Interface de entrada do ARBIO no módulo de planejamento. ....	20
<b>Figura 03.</b> Layout de cadastro de oportunidades de plantio - módulo de planejamento ARBIO. ....	21
<b>Figura 04.</b> Aba porte da árvore no software ARBIO Planejamento. ....	23
<b>Figura 05.</b> Trabalho de campo para prospecção de oportunidades de plantio em São José dos Campos - SP. ....	26
<b>Figura 06.</b> Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio – Região Jardim Oriente, São José dos Campos – SP. ....	26
<b>Figura 07.</b> Pontos de plantios classificados quanto ao porte, trecho da rua Osaka, Jardim Oriente, com detalhe para as informações coletadas pelo ARBIO. ....	27
<b>Figura 08.</b> Distribuição dos pontos de oportunidades de plantio por porte. ....	27
<b>Figura 09.</b> Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio de acordo com o porte. ....	28
<b>Figura 10.</b> Ruas com impossibilidade de plantio, calçada inferior a dois metros e presença de guias rebaixadas (À esquerda rua Tupi e à direita rua das Chácaras). ....	29
<b>Figura 11.</b> Modelo de alternativa locacional para o plantio de árvores no leito carroçável “vagas verdes” em ruas com impossibilidade de plantio nas calçadas. Fonte: Plano de Arborização de São Paulo - SP. ....	30
<b>Figura 12.</b> Conflitos com espécies arbustivas predomínio de falsa-murta ( <i>Murraya paniculata</i> ) ....	30
<b>Figura 13.</b> Conflitos com fiação aérea e poste com transformador de energia ....	30
<b>Figura 14.</b> Conflitos com redes subterrâneas de gás ....	31
<b>Figura 15.</b> Conflitos com mobiliário urbano passível de reposicionamento ....	31
<b>Figura 16.</b> Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio conforme classificação de condições para o plantio. ....	32
<b>Figura 17.</b> Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Rosário. ....	34
<b>Figura 18.</b> Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim do Céu. ....	35
<b>Figura 19.</b> Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Oriente ....	35
<b>Figura 20.</b> Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Oriental. ....	36

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 01.</b> Atributos e parâmetros de planejamento para oportunidades de plantio. ....	17
<b>Tabela 02.</b> Espaço livre para oportunidades de plantio software Arbio .....	22
<b>Tabela 03</b> Valores referência de afastamentos mínimos (em metros) para definição dos locais de oportunidade de plantio em São José dos Campos – SP .....	24
<b>Tabela 04</b> Classificação das oportunidades de plantio quanto à tipologia de logradouro .....	29
<b>Tabela 05.</b> Classificação das espécies vegetais disponíveis em viveiros e selecionadas para plantio, segundo o porte.....	32

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
2.1	Planejamento da Arborização Urbana .....	14
2.2	Arborização Urbana em São José dos Campos – SP .....	15
2.3	O Software ARBIO.....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
3.1	Área de estudo.....	18
3.2	Metodologia.....	20
3.2.1	Funcionamento do módulo de planejamento do ARBIO .....	20
3.2.2	Coleta e processamento dos dados .....	24
3.2.3	Seleção e composição das espécies .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1	Seleção das oportunidades de plantio .....	25
4.2	Seleção e composição das espécies para as oportunidades de plantio.....	32
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	38
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

A presença de árvores em áreas urbanas é um importante componente para a qualidade de vida das pessoas e do meio ambiente. No entanto, muitas cidades não consideram a arborização como parte integrante do planejamento urbano, resultando na exclusão do espaço destinado ao desenvolvimento das árvores. Como consequência, com a cidade e as estruturas urbanas já implementadas, torna-se um grande desafio a implantação de novas árvores, sobretudo nas calçadas, considerando as limitações existentes.

Dentre os principais conflitos para a arborização viária estão a rede elétrica aérea (fiação, postes e transformadores) e de telefonia, instalações subterrâneas (água e gás), acesso a garagens e guias rebaixadas, edificações sem recuo adequado, entre outros componentes do mobiliário urbano como jardineiras e lixeiras, por exemplo (CUNHA, 2020). As condições adversas enfrentadas por árvores em ambientes urbanos incluem restrições no espaço para o desenvolvimento radicular, superfícies pavimentadas impermeáveis, sufocamento por falta de canteiro, podas inadequadas e danos mecânicos causados por veículos (TEIXEIRA, SILVA e TATSCH, 2011). Equacionar essas questões do cotidiano urbano com o plantio e a presença de novas árvores, de maneira harmoniosa e compatível, requer um exercício de planejamento e gestão pelo poder público.

O planejamento de plantio na arborização urbana deve ser pautado em critérios técnicos de maneira a mitigar os danos materiais com elementos urbanos, assim como garantir a mobilidade das pessoas, seja nas calçadas ou nas vias. Essa sistematização deve ser minuciosa de forma a incluir as espécies corretas de acordo com o porte, os espaços compatíveis e os distanciamentos adequados, e considerar as limitações e conflitos durante todo o ciclo de vida do vegetal, garantindo condições suficientes para seu pleno desenvolvimento.

Considerando a operacionalização prática desse processo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT) desenvolveu o software ARBIO para ajudar na identificação de locais de plantio de árvores nas cidades. O ARBIO, em seu módulo de planejamento, permite que seja realizado o cadastro dos locais apropriados, reunindo informações relevantes de características viárias, de localização e das limitações presentes.

A definição destes pontos de plantio de maneira adequada funciona como um planejamento preventivo que minimiza a ocorrência de transtornos futuros como risco de queda de árvores e calçadas danificadas por raízes. Além disso, permite ao gestor público uma melhor organização na promoção de uma arborização mais rica e diversa, selecionando espécies arbóreas de acordo com as características e peculiaridades de cada região. A ausência desse planejamento implica necessidade de remediações futuras para adequação dos indivíduos arbóreos e, frequentemente, intervenções de supressão de espécimes, gerando custos significativos ao poder público.

A escolha da espécie apropriada, juntamente com identificação correta dos locais de plantio é primordial para o sucesso da arborização urbana. Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é identificar as oportunidades para o plantio de árvores, através do uso do

software ARBIO e determinar a composição das espécies para arborização viária na região do bairro Jardim Oriente no município de São José dos Campos - SP.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Planejamento da Arborização Urbana

A arborização urbana engloba todas as árvores presentes no perímetro urbano de um município, incluindo áreas públicas e privadas. É composta por árvores localizadas nas calçadas, parques, praças, jardins, quintais, estacionamentos, cemitérios e bosques, e pode ser categorizada em áreas verdes de uso público, recreação e particular (IPPLAN, 2016).

A árvores nas cidades desempenham várias funções importantes no ambiente urbano, incluindo benefícios ecológicos, como a melhoria do microclima e da qualidade do ar, redução da poluição atmosférica e sonora, e a conservação da biodiversidade local (fauna e flora); estéticos, como a identidade local, a sensação de continuidade entre os elementos urbanos, o contraste harmônico entre o concreto e o asfalto com as árvores, e o dinamismo adicionado à paisagem urbana; e sociais, como a mitigação do estresse psicológico, o conforto térmico, o benefício econômico pela valorização imobiliária, a educação ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população (BIONDI e ALTHAUS, 2005; GOMEZ-BAGGETHUN e BARTON, 2013; TAN, 2022).

A arborização em vias públicas é a componente vegetal mais acessível à população urbana, mas também é altamente vulnerável à falta de planejamento apropriado por parte das autoridades públicas e à carência de conscientização ambiental (BARCELLOS *et al.*, 2018).

De acordo com Provenzi (2008), em diversas cidades brasileiras as ações de planejamento arbóreo são insuficientes devido à ausência de conhecimento técnico apropriado. Muitos projetos baseiam-se em métodos empíricos, como o uso exagerado de espécies exóticas e frutíferas, o que leva a conflitos entre a arborização e redes de energia elétrica, telefonia, abastecimento de água, esgoto, sinalizações, construções e outros aspectos urbanos, resultando em elevados custos para o poder público na manutenção, substituição e remoção da arborização.

O planejamento da arborização urbana envolve uma série de adversidades, especialmente no que diz respeito aos conflitos com elementos urbanos. A integração da vegetação com as estruturas da cidade é uma questão complexa, que requer a consideração de vários fatores, incluindo as condições ambientais locais, a localização, a largura das calçadas e das ruas, o afastamento com mobiliário urbano e o formato e diversificação das espécies arbóreas (PIVETTA e FILHO, 2002). Um dos principais desafios é garantir que as árvores sejam plantadas em locais seguros, minimizando as interferências. Além disso, é importante considerar as necessidades de crescimento das espécies, para garantir que não causem danos ao longo do tempo (GONÇALVES, *et al.*, 2018).

Diversos critérios devem ser levados em conta na seleção das espécies ideais a serem cultivadas nas áreas urbanas da cidade. Um dos critérios é a adaptação da espécie às condições locais, como clima, solo e disponibilidade de água. É importante escolher espécies que tenham capacidade de sobreviver e prosperar nas condições da cidade, sem precisar de muitos cuidados adicionais (BARCELLOS, *et al.*, 2018). Outro critério é a segurança pública. Algumas espécies podem crescer de forma desordenada ou apresentar raízes que podem causar problemas nas calçadas ou no asfalto. É importante escolher

espécies que não apresentem esses riscos (PIVETTA e SILVA, 2002). Além disso, a aparência visual é outro fator relevante. É importante escolher espécies que sejam bonitas e complementem o cenário urbano, além de espécies que possam fornecer sombra e conforto aos pedestres (PAIVA *et al.*, 2022). Outra questão importante é a biodiversidade. A seleção de espécies nativas regionais, garante a sustentabilidade e longevidades dos plantios em termos de eficiência, já que estão adaptadas ao clima local e podem fornecer habitats para a fauna urbana (PENNA, 2022). Segundo Insernhagen, Bourlegat e Carboni (2009), a utilização de espécies arbóreas nativas da região e a adequação de seu porte são estratégias eficazes para minimizar os conflitos com os elementos urbanos, assegurando a implantação bem-sucedida de árvores nas calçadas, além de contribuir para a conservação biológica regional.

A superação dos obstáculos na implantação de árvores em ambientes urbanos é alcançada por meio de planejamento minucioso, soluções inovadoras e envolvimento da comunidade local, a fim de mitigar os efeitos adversos da urbanização e potencializar os resultados e benefícios de uma arborização funcional e de alta qualidade (SARTORI *et al.*, 2019).

## **2.2 Arborização Urbana em São José dos Campos – SP**

São José dos Campos tem sido descrita como uma cidade inteligente, resiliente e sustentável (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS SP, 2022a). O município do interior do estado de São Paulo, considerado um grande centro urbano regional, polo tecnológico e referência industrial, é o segundo maior município do interior do Brasil (atrás somente de Campinas – SP) (IBGE, 2021). Com população estimada de aproximadamente 700 mil habitantes, o município de São José dos Campos possui uma taxa de urbanização de 95%, além de uma frota de 463.561 veículos (DENATRAN, 2021).

Assim como toda cidade de médio porte, enfrenta desafios de urbanização, que passam pelo uso dos recursos hídricos, transporte, habitação, infraestruturas urbanas e áreas verdes. Segundo PDAU (2015), a arborização pública integrada é elemento estruturador da malha municipal, formando um contínuo que interliga todos os seus componentes no território do município.

Desde 2016, a cidade implementou o Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU) como resposta aos desafios relacionados à arborização da cidade. O PMAU abrange todas as árvores de propriedade pública localizadas em espaços públicos e tem como objetivo estabelecer uma estratégia eficaz de planejamento, monitoramento, conservação e expansão da arborização urbana, considerando-a um componente vital da infraestrutura da cidade (IPPLAN, 2016; SANTOS; MAZZEO e JOAQUIM, 2022). Este estudo quantificou a cobertura arbórea na área urbana através da utilização de técnicas de sensoriamento remoto e inventário de campo (IPPLAN, 2016). O PMAU inclui também os parâmetros relacionados às espécies, aos padrões de mudas, às técnicas e às épocas ideais para o plantio, bem como às distâncias adequadas entre a muda e elementos circundantes. Além disso, o plano também oferece informações sobre a manutenção das árvores, abordando técnicas de poda, transplante, remoção, controle fitossanitário e cuidados pós-plantio (IPPLAN, 2016). Como resultado, o PMAU contabilizou mais de 80 mil árvores de acompanhamento viário e uma cobertura arbórea de apenas 22% nas vias públicas da cidade. Foram identificados os pontos de ilha calor e áreas prioritárias de

arborização, delimitando como meta o plantio de 56,5 mil árvores para os próximos 12 anos na cidade (IPPLAN, 2016).

Para alcançar as metas estabelecidas pelo PMAU, o programa Arboriza São José foi instituído em 2019, abrangendo todas as ações relacionadas à arborização urbana no município. (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022b). O programa se baseia na utilização da tecnologia e do conhecimento científico, como o cadastramento digital das árvores da cidade através de placas QR Code identificadoras, que incluem informações sobre a espécie, altura e diâmetro. Até o momento, aproximadamente 30 mil árvores já foram cadastradas e podem ser consultadas pelos cidadãos no site <https://arvores.sjc.sp.gov.br/>. Além disso, o programa inclui exames de diagnóstico da saúde das árvores, como tomografia e a emissão de laudos digitais (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022b).

Um das iniciativas também está no planejamento para os novos plantios. Desde 2021, a Prefeitura Municipal em colaboração com o IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica do Estado de São Paulo) tem executado o cadastro dos pontos de oportunidades de plantio nas vias públicas, com o auxílio do software ARBIO (IPT, 2021). A meta é identificar os locais adequados para o plantio de 30 mil novas árvores, utilizando o módulo de planejamento do ARBIO. A estratégia é avaliar cada local potencial para a implantação de uma árvore e planejar, em conjunto com os administradores, a diversidade de espécies, porte e distribuição de árvores pela cidade, de maneira a maximizar seus benefícios e resultados (IPT, 2021).

O comprometimento do poder público com a arborização em São José dos Campos está gerando resultados e reconhecimento internacional. Por três anos consecutivos (2019, 2020 e 2021), o município foi incluído na lista de *Tree Cities of the World*, uma iniciativa da *Arbor Day Foundation* e da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura), devido às ações e aos esforços na gestão da arborização urbana.

### 2.3 O Software ARBIO

O software ARBIO foi desenvolvido em parceria com o Centro de Tecnologia da Informação, Automação e Mobilidade (CIAM) do IPT, trata-se de um sistema Web e Móvel, modular desenvolvido especificamente para arborização urbana (IPT, 2021). Como ferramenta de planejamento o ARBIO permite a gestão completa de todo período de vida da árvore localizada no sistema viário e nas praças das cidades, indicando inclusive risco de queda.

De acordo com a pesquisa realizada por Viríssimo *et al.* (2013), o software ARBIO foi concebido com base nas experiências prévias de seus desenvolvedores, incluindo o Sistema de Gerenciamento de Árvores Urbanas (SISGAU) realizado em colaboração do IPT com a prefeitura de São Paulo em 2005, bem como o projeto IPT-AES Eletropaulo em 2011, que levou em consideração a influência da rede elétrica sobre as árvores na cidade. Com a consolidação e amadurecimento desses projetos, o ARBIO surgiu com a versão móvel em 2012. A partir de então o software seguiu em constante evolução com a inclusão de mapas e indicadores em 2018, permitindo a visualização espacializada dos dados, e em 2020, com a versão do software em aplicativo para sistema *Android*, além do armazenamento e sincronização dos dados em nuvem. Atualmente, o ARBIO está na versão 2 e dispõe de uma versão web e uma versão para dispositivos móveis como *smartphones e tablets*, o que permite a operacionalidade do trabalho em campo, a partir do modo offline. Além disso, o software contém *dashboards* que auxiliam na visualização dos dados em tempo real, emite relatórios de pesquisa e disponibiliza os dados em planilhas Excel.

O software é composto por três módulos diferentes: i) inventário, para cadastro das árvores; ii); registro de queda, para cadastro de queda de árvores e iii) planejamento, para prospecções de oportunidades de plantio.

O módulo de inventário permite o cadastramento das árvores do meio urbano, além do histórico das inspeções realizadas. A partir do inventário é possível consultar informações de inspeções para a execução de ações de prevenção e efetuar o monitoramento das árvores cadastradas (principalmente em relação ao risco de queda) (VIRÍSSIMO *et al*, 2022).

O módulo do registro de queda inclui um modelo probabilístico e dinâmico elaborado pelo IPT que simula 12 situações diferentes de vento para a árvore e indica a probabilidade de ruptura do colo (transição entre a raiz e o tronco) (IPT, 2022). O registro de queda auxilia no entendimento das causas de eventuais quedas de árvores e possibilita a análise do desempenho das espécies arbóreas.

Já o módulo de planejamento do ARBIO tem por objetivo registrar as oportunidades de plantio, ou seja, identificar e prospectar nas vias públicas espaços livres, passíveis de arborização, que serão cadastradas no sistema (VIRÍSSIMO *et al.*, 2013). Cada oportunidade de plantio é selecionada conforme os atributos e parâmetros do planejamento da arborização do município (Tabela 01), que são definidos pela prefeitura ou órgão responsável.

**Tabela 01.** Atributos e parâmetros de planejamento para oportunidades de plantio.

<b>Atributos</b>	<b>Parâmetros</b>
<b>Calçada ou canteiro central</b>	Largura mínima
	Área do canteiro ou faixa permeável
<b>Parte aérea</b>	Edificação
	Rede de energia
	Caixa de inspeção e hidrante
	Espécies arbóreas
	Esquina ou confluência do alinhamento predial
	Estai
	Iluminação pública
<b>Elementos de referência</b>	Guia rebaixada
	Iluminação pública
	Instalação subterrânea
	Mobiliário urbano
	Poste
	Transformador

(Fonte: Viríssimo *et al* (2013).

Com base nesta avaliação é possível eleger as espécies arbóreas com o porte mais adequado (pequeno, médio ou grande) e selecionar quais espécies poderão ser implantadas, conforme compatibilidade com os espaços disponíveis. A definição do porte é importante pois indica qual o tamanho em altura e diâmetro que árvore alcançará quando adulta e assim evitar conflitos e interferências futuras com os elementos da cidade.

Segundo Viríssimo *et al* (2013), o módulo de planejamento do ARBIO permite ainda registrar quais medidas e adequações deverão ser realizadas antes do plantio nos locais selecionados.

Outro recurso adicional, em integração com o módulo de inventário, é a execução do plantio da árvore planejada permitindo ao usuário indicar que determinada oportunidade de plantio foi concretizada. A partir de então, as informações de registro da nova árvore são adicionadas ao banco de dados do inventário já integrado ao sistema.

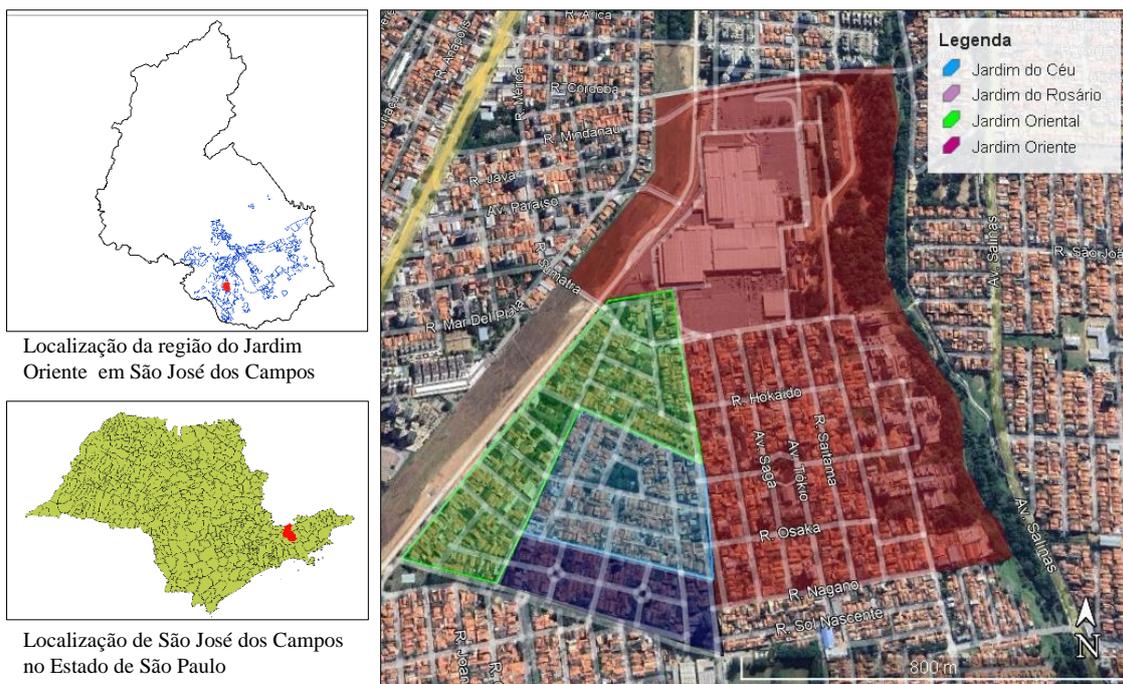
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A cidade de São José dos Campos está na região do Vale do Paraíba, na porção leste do Estado de São Paulo (Brasil). O município abrange uma área total de 1099,6 km<sup>2</sup>, dos quais 353,9 km<sup>2</sup> ou 32% correspondem à área urbana e os 745,7 km<sup>2</sup> ou 68% restantes compõem a área rural (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022c). De acordo com dados do último censo no ano de 2010, a população de São José dos Campos era de 629.921 habitantes dos quais 97,6% residiam em área urbana (IBGE, 2010). Em 2021, sua população foi estimada em 737.310 habitantes, sendo a quinta cidade mais populosa do estado de São Paulo e a maior da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e do Litoral Norte (IBGE, 2021). Pelo seu desenvolvimento industrial e econômico, apresenta todas as características de um importante centro urbano.

O município de São José dos Campos está inserido no Bioma Mata Atlântica em transição com o Cerrado (porção sul), a vegetação predominante do município encontra-se reduzida a remanescentes florestais nas encostas da Serra da Mantiqueira e em trechos de várzea que acompanham as margens do Rio Paraíba do Sul e seus afluentes (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022c). Essas características fitogeográficas distintas no município permite a utilização de uma ampla gama de espécies nativas na arborização urbana, incluindo aquelas presentes no Bioma Mata Atlântica, especificamente na Floresta Estacional Semidecidual e espécies do Bioma Cerrado, como as encontradas nas formações Cerradão e Cerrado típico (*stricto sensu*).

O presente estudo foi realizado na região do Bairro Jardim Oriente - que compreendem os bairros Jardim Oriente, Jardim Oriental, Jardim do Céu e Jardim Rosário - localizada na Zona Sul de São José dos Campos – SP (Figura 01).



**Figura 01.** Mapa de localização da região do bairro Jardim Oriente, município de São José dos Campos - SP. Fonte: Google Earth 2022.

A região foi selecionada para este estudo pois consta nos bairros que são contemplados com novos plantios a serem realizados pela Prefeitura Municipal nos próximos meses. Segundo o PMAU a região do Jardim Oriente é caracterizada por lotes pequenos (área frontal de 5 a 7 m) e calçadas suficientes para arborização entre 2 e 3 metros, essas características também foram levadas em consideração para a seleção da área de estudo pois representam a realidade de grande parte dos bairros de São José dos Campos. A área tem despertado recentemente grande interesse imobiliário devido aos empreendimentos recentes como o Shopping Jardim Oriente e a Linha Verde (corredor bidirecional de ônibus elétricos).

Atualmente a região possui 184.674 m<sup>2</sup> de vias total sem cobertura arbórea (IPPLAN, 2016) e tem como meta, de acordo com o PMAU, o acréscimo 44.322 m<sup>2</sup>- de área de copa a ser aumentada nos próximos anos.

No passado, a região foi colonizada por imigrantes japoneses, principalmente devido ao estabelecimento da indústria têxtil - Fiação e Tecelagem Kanebo - proveniente do Japão e instalada na área na década de 1950. A presença da indústria teve um impacto significativo para o desenvolvimento dos bairros circunvizinhos, como o Jardim Oriente, onde as ruas receberam nomes de províncias japonesas. Em 2009, a empresa encerrou suas atividades na fábrica de São José dos Campos, e hoje a área foi convertida em um complexo comercial que abriga lojas e serviços denominado Shopping Jardim Oriente.

A região é predominantemente residencial, de acordo com os dados do censo do IBGE em 2010, a população residente na região do bairro Jardim Oriente é de 7.433 habitantes, distribuídos em aproximadamente 2.224 domicílios, com uma média de 3,3 habitantes por domicílio (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2022d). A área dos bairros em questão engloba uma extensão territorial de 97,2 hectares, limitando-se com outros bairros da zona sul, tais como o Jardim América, Bosque dos Eucaliptos, Jardim Paraíso e Cidade Morumbi e Conjunto Residencial Sol Nascente. De acordo com o seu perfil urbanístico, a região é constituída por 29 ruas, 4 avenidas e 3 praças.

## 3.2 Metodologia

### 3.2.1 Funcionamento do módulo de planejamento do ARBIO

A seleção dos pontos de oportunidades de plantio foi realizado através do módulo de planejamento do software ARBIO (Figura 02).



**Figura 02.** Interface de entrada do ARBIO no módulo de planejamento.

A cada inserção de novo planejamento o ARBIO, módulo planejamento, apresenta as abas de “localização”, “porte da árvore”, “sugestão de plantio”, “justificativa” e “medidas de plantio” (Figura 03).

**Figura 03.** Layout de cadastro de oportunidades de plantio - módulo de planejamento ARBIO

A aba “localização” é relacionada às informações do local propriamente dito. As lacunas a serem preenchidas são:

### **Responsável**

Responsável – nome do responsável técnico pelo cadastro

Data – data do registro

### • **Endereço**

- ✓ Bairro – bairros do município;
- ✓ Logradouro – ruas, avenidas, travessas ou praças (banco de dados do município previamente instalado);
- ✓ Número – número do imóvel (com a possibilidade de marcação em campo específico caso seja estimado);
- ✓ Complemento – complementação do número;
- ✓ CEP – código postal do logradouro;
- ✓ Referência – dados que colaborem na identificação dos pontos de plantio, como lado esquerdo, direito ou outras características da via;
- ✓ Espaço livre – que corresponde ao espaço disponível para plantio. Os espaços livres são divididos em calçada, canteiro central, jardim ou lago, parque, praça ou outro (Tabela 02).

**Tabela 02.** Espaço livre para oportunidades de plantio software Arbio

<b>Calçada</b>	Calçada de rua ou praça
<b>Canteiro</b>	Canteiro verde entre a guia e a calçada
<b>Canteiro central</b>	Canteiro que divide 2 pistas de passagem de veículos
<b>Jardim ou Largo ou Viela</b>	Área de passagem de pedestres ou área verde que conecta duas ruas
<b>Parque</b>	Área interna de parque, área verde maior que uma praça ou jardim público
<b>Praça</b>	Área interna de praça, exceto na calçada junto à pista de veículos

- ✓ Coordenadas geográficas – campo de latitude e longitude, de preenchimento automatizado pelo próprio sistema de localização do dispositivo.
- ✓ RFID – radio frequency identification – identificação por radiofrequência - campo destinado a informações de cadastro via chip.

#### Outras referências

- ✓ Número do poste
  - ✓ Rua de referência
  - ✓ Distância da esquina
- } utilizados na ausência de numeração no endereço

Algumas informações, como RFID e número do poste por exemplo, não foram utilizadas nesse trabalho pela inviabilidade ou ausências dessas informações.

A aba “porte da árvore”, auxilia na identificação do porte adequado do indivíduo arbóreo que será implantado na arborização (Figura 04), conforme os atributos e parâmetros delineados (Tabela 03) e considerando as restrições e as características dos locais de oportunidades de plantio.

**Novo planejamento**

LOCALIZAÇÃO   PORTE DA ÁRVORE   SUGESTÕES DE PLANTIO   JUSTIFICATIVA

**CALÇADA OU CANTEIRO CENTRAL**

Largura mínima (m)

Peq. - 2.0    Méd. - 3.0    Gde. - 3.0

Área do canteiro ou faixa permeável

Peq. - 0.8    Méd. - 0.9    Gde. - 0.9

**PARTE AÉREA**

Edificação

Peq. - n/d    Méd. - 5.0    Gde. - 5.0

Rede de energia

Peq. - n/d    Méd. - n/d    Gde. - n/d

**ELEMENTO DE REFERÊNCIA**

Caixa de inspeção e hidrante

Peq. - 2.0    Méd. - 3.0    Gde. - 3.0

Espécies arbóreas

Peq. - 5.0    Méd. - 8.0    Gde. - 10.0

Esquina ou confluência do alinhamento predial

Peq. - 6.0    Méd. - 6.0    Gde. - 6.0

Estai

Peq. - n/d    Méd. - n/d    Gde. - n/d

Iluminação pública

Peq. - n/d    Méd. - n/d    Gde. - n/d

**Figura 04.** Aba porte da árvore no software ARBIO Planejamento

Ao final do preenchimento das informações é expressa a indicação de conclusão para seleção do porte da árvore definindo entre pequeno, médio e grande porte.

Para a aba “sugestões de plantio” pode-se indicar as espécies arbóreas a serem plantadas nos locais de oportunidades de plantio vistoriados, a partir de um banco de dados pré-instalado com a lista de espécies.

O preenchimento da aba “justificativa” é necessário para registro de alguma informação relevante para o planejamento, tanto para facilitar o encontro do ponto de oportunidade de plantio selecionado, quanto para indicar alguma característica específica da via, como recuo dos imóveis ou impossibilidade de plantio. A predominância de algumas espécies arbóreas nas calçadas e canteiros centrais, também foi indicada nesse campo.

Por fim, para a aba “medidas de plantio” o ARBIO, módulo planejamento, apresenta os seguintes campos:

- i. Adequação de canteiro, se existir;
- ii. Correção de solo;
- iii. Remoções, como toco ( raízes remanescentes) ou outras interferências
- iv. Colocação de protetor
- v. Outra adequação pertinente

As adequações de canteiro são melhorias a serem realizadas em torno ao berço de plantio, tais como remoção de muretas, jardineiras, lixeiras ou outras estruturas que

possam dificultar a corte do pavimento para abertura dos berços. Já as informações para correção do solo não foram utilizadas nesse trabalho, visto que a maioria das oportunidades de plantio foram selecionadas em calçadas com pavimento de concreto ou calçamento por blocos. As informações sobre a remoção de tocos (destoca) foram consideradas, uma vez que são fundamentais para o planejamento dos custos da implementação da nova arborização. Além disso, foram ponderados todos os locais de árvores suprimidas ou nitidamente mortas, após verificados os critérios de distanciamentos.

### 3.2.2 Coleta e processamento dos dados

O ARBIO foi instalado em um *tablet* com sistema operacional *Android*, permitindo o uso offline, sem a conexão com a internet. O técnico em campo percorreu todos os logradouros (avenidas, ruas, travessas e praças) dos bairros.

A cada início de logradouro eram analisados os possíveis pontos de oportunidades de plantio de cinco em cinco metros, observando as calçadas em ambos dos lados da via. No caso das avenidas, eram vistoriados também os canteiros centrais, conforme o caso.

A escolha dos locais de cada oportunidade de plantio e a definição do porte foi realizada com bases nos atributos e parâmetros definidos pela Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade de São José dos Campos -SP (Tabela 03).

**Tabela 03** Valores referência de afastamentos mínimos (em metros) para definição dos locais de oportunidade de plantio em São José dos Campos – SP

Atributos	Parâmetros	Porte arbóreo		
		Pequeno	Médio	Grande
Calçada ou canteiro	Largura mínima	2 m	2 a 3m	>3 m
	Edificação	Sem recuo	Com recuo	Com recuo
Parte Aérea	Distância entre espécies	5 m	8 m	10 m
	Caixa de inspeção /Boca de lobo	2 m	3 m	3m
Elementos de referência	Esquina ou confluência do alinhamento predial	6 m	6 m	6 m
	Guia rebaixada / rampa acesso	1 m	1,5 m	1,5 m
	Instalações subterrâneas	1 m	2 m	2 m
	Mobiliário Urbano*	2 m	2 m	3 m
	Poste	5 m	7 m	7 m
	Transformador	5 m	10 m	10 m
	Iluminação pública	Não obstruir cone		
	Câmeras de monitoramento	5 m	5 m	10 m

\* Mobiliário Urbano: Ponto de ônibus, pontos de táxi, placa de sinalização, bancas de jornal, banca de flores, armário da rede elétrica e telefônica, lixeiras de coleta predial, apoios ou estacionamento de bicicletas.

O técnico de posse do *tablet* com o software ARBIO coletava as informações de campo e inseria no módulo de planejamento, gerando um número de cadastro para cada ponto vistoriado.

A definição de porte para cada oportunidade de plantio foi baseada pelo equacionamento dos critérios de afastamentos mínimos (Tabela 03), observando a largura mínima de 1,20 m de faixa livre de circulação nas calçadas. Para logradouros com calçadas inferiores a 2 metros de largura (muito estreitas) o planejamento não foi realizado pela inviabilidade de arborização nesses locais.

Nos casos de interferência da fiação elétrica convencional (aberta/condutores nus), a definição de porte recomendada foi de grande e pequeno porte (para livramento da copa de conflitos com a fiação). No caso de fiação com rede compacta, multiplexada e isolada a definição de porte não teve restrições, optando-se por espécies de pequeno, médio e grande porte, conforme melhor adequação com os demais critérios.

O parâmetro de porte foi baseado no PMAU de São José dos Campos – SP (IPPLAN, 2016), que considera:

- Pequeno porte: árvores com altura máxima de 8 metros;
- Médio porte: árvores com altura entre 8 e 12 metros e;
- Grande porte: árvores com altura acima de 12 metros

Os dados coletados em campo foram sincronizados via internet para o armazenamento em nuvem do ARBIO e baixados em planilhas do Excel. Os dados foram trabalhados no Google Earth Pro e Qgis para espacialização das informações e confecções dos mapas.

No âmbito deste estudo, não foram objeto de análise os pontos de plantio em vias expressas, tais como a Linha Verde, as quais possuem diretrizes específicas de projeto e planejamento paisagístico e urbanístico distintos.

### **3.2.3 Seleção e composição das espécies**

A lista de espécies disponíveis nos viveiros foi disponibilizada pela Divisão de Parques e Áreas Verdes da Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade de São José dos Campos – SP.

Para compor a arborização das vias públicas nos bairros, foram selecionadas espécies arbóreas de acordo com sua classificação de porte (pequeno, médio e grande) para cada logradouro, utilizando o critério de uniformização por ruas.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Seleção das oportunidades de plantio**

Dos 36 logradouros que compõem os bairros, todos foram vistoriados (Figura 05) resultando na seleção preliminar de 348 pontos de oportunidades de plantio.



**Figura 05.** Trabalho de campo para prospecção de oportunidades de plantio em São José dos Campos - SP

De acordo com os dados coletados, o bairro Jardim Oriente apresentou o maior número de oportunidades de plantio, com 123 pontos, enquanto o Jardim Rosário obteve 103 pontos. Já os bairros Jardim Oriental e Jardim do Céu apresentaram 80 e 41 oportunidades de plantio, respectivamente (Figura 06).



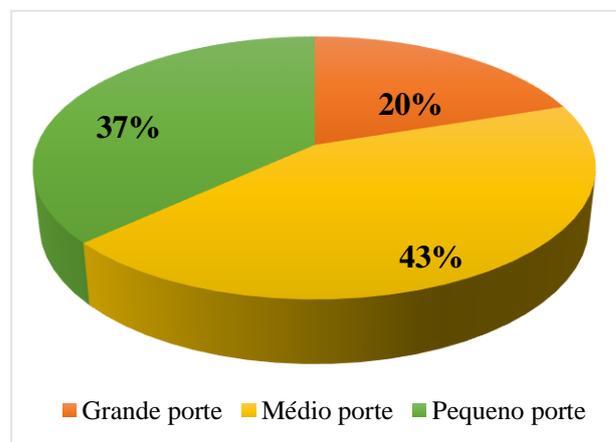
**Figura 06.** Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio – Região Jardim Oriente, São José dos Campos – SP

Com o intuito de otimizar o planejamento e seleção de espécies arbóreas para cada rua, as oportunidades de plantio foram integradas ao programa Google Earth Pro e categorizadas conforme o porte. As informações coletadas no ARBIO foram exportadas para cada ponto (Figura 07) a fim de facilitar a organização através da navegação via *Street View*.



**Figura 07.** Pontos de plantios classificados quanto ao porte, trecho da rua Osaka, Jardim Oriente, com detalhe para as informações coletadas pelo ARBIO.

Pela classificação quanto o porte, a maioria das oportunidades de plantio selecionadas são para árvores de médio porte, que corresponde a 43% do total, como mostra a figura 08.



**Figura 08.** Distribuição dos pontos de oportunidades de plantio por porte

As oportunidades de plantio para árvores de pequeno porte representaram 37% do total, enquanto de grande porte apenas 20%. Isso se deve principalmente às características das calçadas do bairro que têm largura de 2 até 3 metros na maioria das ruas, o que limita a implantação de árvores de grande porte. Por sua vez, oportunidades de pequeno porte

foram alocadas em calçadas inferiores a 3 metros e do lado da via sob fiação elétrica, visto a limitação da inserção de espécies de médio porte pelo seu desenvolvimento de copas incompatível com a rede aérea. De acordo com o PMAU, o conflito com a rede elétrica aérea é um dos maiores problemas de gestão e manejo da arborização do município (IPPLAN, 2016).

A alocação de pontos de plantio para espécies de grande porte ocorreu nas avenidas e ruas de maior circulação do bairro, tais como Avenida Hiroshima que apresenta calçadas com largura superior a 3 metros e baixo grau de interferência para o plantio, bem como pouca concorrência com outras espécies arbóreas e suas copas. Do ponto de vista ambiental, o emprego de espécies arbóreas de grande porte na arborização viária é considerado benéfico, pois são mais eficientes na produção de benefícios diretos e indiretos (MILANO e DALCIN, 2000). Locosselli *et al.* (2019), ressaltam que a magnitude de serviços ambientais oferecidos por uma árvore de grande porte adulta chega a ser 70 vezes maior do que o de uma árvore de pequeno porte. Contudo, a escassez de espaço nas calçadas restringe a utilização de espécies arbóreas de grande porte em todas as vias do bairro.

A Figura 09 apresenta a distribuição das oportunidades de plantio classificadas de acordo com o porte.



**Figura 09.** Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio de acordo com o porte.

Na classificação quanto ao espaço disponível (Tabela 02), foram selecionados oportunidades de plantio apenas em calçadas de ruas e de praças. Contrariamente, os bairros não possuem avenidas com canteiros centrais adequados para arborização, bem como a ausência de canteiros verdes, jardins, largos ou vielas.

Já na classificação quanto à tipologia de logradouro, a maior parte dos pontos de oportunidade de plantio foi alocada em ruas, conforme apresentado na Tabela 04.

**Tabela 04** Classificação das oportunidades de plantio quanto à tipologia de logradouro

Tipo de logradouro	Quantidade	%
Ruas	304	87,36%
Avenidas	36	10,34%
Praça	8	2,30%
Travessas	0	0%
<b>Total</b>	<b>348</b>	<b>100%</b>

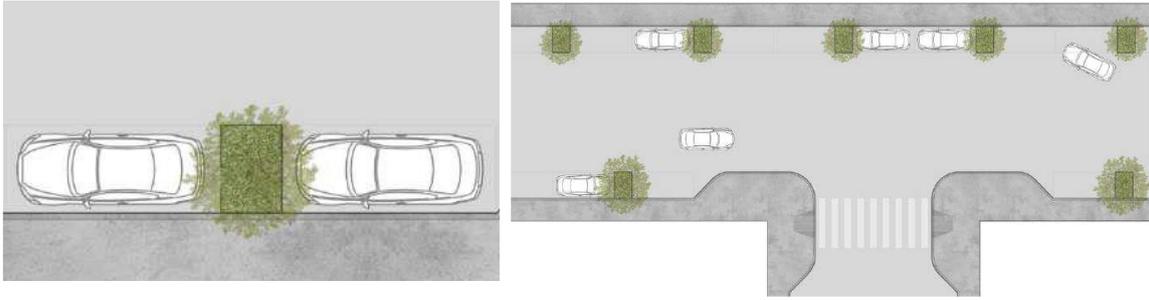
Neste contexto, destaca-se a Rua Santo Inácio de Loyola, Rua Synesio Luiz Paiva Sapucahy e R. Benedita Cantinho de Moura com maior número de oportunidades para plantio.

Porém, em algumas vias não foi possível encontrar pontos adequados para o plantio devido a restrições como a largura insuficiente das calçadas - menor que 2 metros, como ilustrado na Figura 10 - e conflitos com elementos da via, como os rebaixamentos para acesso a garagens.



**Figura 10.** Ruas com impossibilidade de plantio, calçada inferior a dois metros e presença de guias rebaixadas (À esquerda rua Tupi e à direita rua das Chácaras)

As ruas com impossibilidade de plantio foram as ruas Tupi, das Chácaras e das Granjas no Bairro Jardim Oriente. Nestes casos, para evitar a ausência completa de árvores nestes logradouros, pode ser recomendado o plantio no leito carroçável das vias. Segundo o PMAU o aproveitamento de vagas de estacionamento, de modo a permitir o avanço dos canteiros sobre a pista de rolamento, é uma alternativa locacional (IPPLAN, 2016). No município de São Paulo, o plano municipal de arborização urbana contempla as "vagas verdes", que consistem na criação de espaços para plantio de árvores no leito carroçável, junto às calçadas e entre vagas de estacionamento (SÃO PAULO, 2020), conforme ilustrado na Figura 11.



**Figura 11.** Modelo de alternativa locacional para o plantio de árvores no leito carroçável “vagas verdes” em ruas com impossibilidade de plantio nas calçadas. Fonte: Plano de Arborização de São Paulo - SP

Porém, para que essas medidas sejam efetivas são necessárias adequações estruturais importantes, como a conversão da via para o direcionamento do fluxo de veículos em mão única, o alargamento das calçadas, a sinalização indicativa e a readequação dos sistemas de drenagem, de forma a compatibilizar a mobilidade e a circulação das pessoas com o plantio das árvores.

Nos demais logradouros do bairro, diversas outras interferências e conflitos impediram a seleção de outros pontos para o complemento de arborização.

Destacou-se os conflitos com postes com transformadores (fiação primária e secundária), cujo afastamento mínimo de 10 metros limita a indicação de espécies de médio e grande porte (Figura 12); presença de espécies arbustivas como a falsa-murta (*Murraya paniculata*) (Figura 13); e presença de instalações subterrâneas de gás (Figura 14)



**Figura 13.** Conflitos com fiação aérea (primária e secundária) e poste com transformador de energia



**Figura 12.** Conflitos com espécies arbustivas predomínio de falsa-murta (*Murraya paniculata*)



**Figura 14.** Conflitos com redes subterrâneas de gás

Além disso, outro conflito recorrente na seleção de pontos de plantio são as instalações subterrâneas de água e esgoto, que podem ser difíceis de serem identificadas no pavimento. É de fundamental importância conduzir uma criteriosa avaliação em áreas residenciais, com ênfase na verificação da posição de hidrômetros, saídas de calhas e outros encanamentos subterrâneos, a fim de garantir o cumprimento do afastamento mínimo necessário para cada espécie vegetal (2 metros para espécies de porte médio e grande, e 1 metro para espécies de porte pequeno), de forma a prevenir interferências do sistema radicular com tais estruturas e prevenir transtornos futuros aos residentes.

Quanto aos conflitos com o mobiliário urbano não essencial, tais como lixeiras de rua, bancos, jardineiras e canteiros ajardinados (Figura 15) as oportunidades de plantio foram avaliadas considerando a possibilidade de reposicionamento desses elementos para outros locais, a fim de não impedir o plantio das árvores nesses espaços.



**Figura 15.** Conflitos com mobiliário urbano passível de reposicionamento

A instalação inadequada destes elementos públicos na calçada, comumente feita por moradores sem o planejamento adequado, pode prejudicar tanto a circulação de pedestres como a implementação de áreas destinadas à arborização. É importante priorizar a alocação de árvores nas vias públicas, permitindo que os demais equipamentos públicos sejam adaptados ao planejamento da arborização, e não o contrário.

A classificação das oportunidades de plantio em relação às condições para o plantio nas calçadas foi realizada em três categorias: destocas, replantios e novos plantios. A distribuição dessa classificação é ilustrada na Figura 16.



**Figura 16.** Distribuição georreferenciada dos pontos de oportunidades de plantio conforme classificação de condições para o plantio.

Dos 348 pontos selecionados para o plantio, 338 destinam-se a novas inserções da arborização viária, representando o complemento proposto para a região em estudo. Estes pontos específicos são locais onde serão plantadas as novas árvores, implicando na necessidade de remoção do pavimento das calçadas para a abertura dos berços de plantio. Os outros 10 pontos são destinados a plantios de reposição como a destoca (5 pontos) e replântio (5 pontos). A destoca é a necessidade de remoção de raízes residuais de árvores já suprimidas ou de árvores mortas que serão suprimidas em breve. Já o replântio representa a substituição de mudas de plantios recentes, já com berços delimitados na calçada. Essas informações são importantes para o planejamento dos custos de plantio, pois a destoca requer o uso de maquinário especializado para remoção das raízes remanescentes, o que aumenta os custos do processo.

#### 4.2 Seleção e composição das espécies para as oportunidades de plantio

A Divisão de Parques e Áreas Verdes da Prefeitura Municipal de São José dos Campos-SP utilizou critérios técnicos e disponibilidade em viveiros da região para selecionar espécies adequadas para a arborização urbana na cidade. Os critérios técnicos considerados incluíram estágio sucessional, altura, diâmetro à altura do peito, tamanho, forma e densidade da copa, deciduidade foliar, peso dos frutos, cor, tamanho e época de floração, lenho resistente livre de acúleos e espinhos, ausência de princípios tóxicos e/ou

alérgicos, ausência de raízes superficiais e necessidade de manutenção. A lista de sugestão de espécies foi elaborada em conjunto com o IPT e inclui 32 espécies classificadas de acordo com seu porte. A seleção de espécies visa atender às características desejáveis e considera a experiência do comportamento e adaptação da espécie no município. A lista completa de espécies sugeridas encontra-se na Tabela 05.

**Tabela 05.** Classificação das espécies vegetais disponíveis em viveiros e selecionadas para plantio, segundo o porte

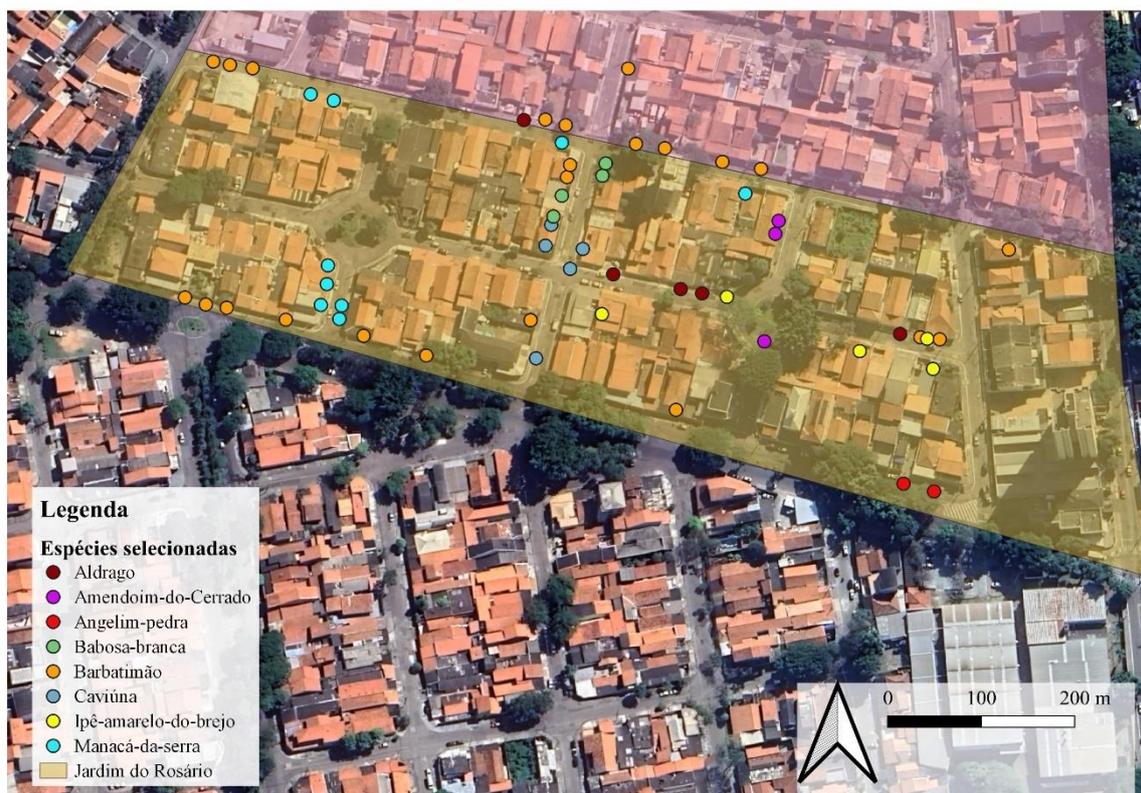
Nome científico	Nome popular	Porte
<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth.	Angelim-pedra	Grande
<i>Aspidosperma parvifolium</i> A.DC.	Guatambu	Grande
<i>Cassia ferrugínea</i> (Schrad.) Schrad. ex DC.	Chuva-de-ouro	Grande
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Copaíba	Grande
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Caviúna	Grande
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo	Grande
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê roxo	Grande
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo-de-bola	Grande
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Ipê-amarelo-do-brejo	Grande
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim-de-campinas	Grande
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Dedaleiro	Grande
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	Jacarandá-do-campo	Grande
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	Aldrago	Grande
<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Falso-barbatimão	Médio
<i>Cordia superba</i> Cham.	Babosa-branca	Médio
<i>Cybistax antisyphilitica</i> (Mart.) Mart.	Ipê-verde	Médio
<i>Handroanthus roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	Médio
<i>Jacaranda cuspidifolia</i> Mart.	Jacarandá-caroba	Médio
<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Canudo-de-pito	Médio
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl.	Pau-de-rosas	Médio
<i>Platypodium elegans</i> Vogel	Amendoim-do-cerrado	Médio
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don	Quaresmeira	Médio
<i>Pleroma mutabile</i> (Vell.) Triana	Manacá-da-serra	Médio
<i>Pseudobombax tomentosum</i> (Mart.) A.Robyns	Embiruçu	Médio
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	Pau-de-tucano	Médio
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Guaçatonga	Pequeno
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	Cocão	Pequeno
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo	Pequeno
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Guamirim	Pequeno
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Cambuí	Pequeno
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	Fedegoso	Pequeno
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	Pequeno

Fonte: Divisão de Parque e Áreas Verdes, Departamento de Gestão Ambiental, Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade, Prefeitura Municipal de São José dos Campos - SP

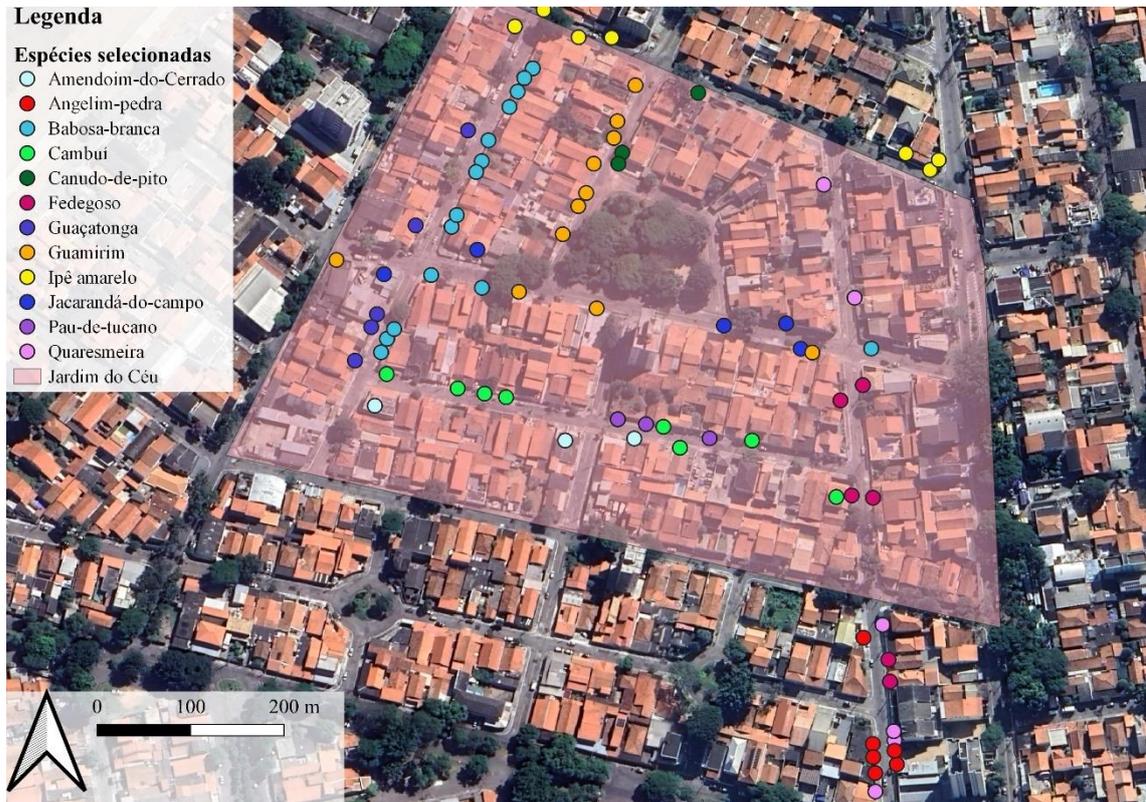
Foram selecionadas espécies nativas dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, sendo priorizadas aquelas com ocorrência regional. A maioria das espécies botânicas selecionadas não se encontram presentes na arborização viária dos bairros selecionados e são utilizadas com o intuito de aumentar a diversidade biológica local. De acordo com censo arbóreo do bairro Jardim Oriente, verificado a partir dos dados disponibilizados pelo Geosanja (SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2021), o bairro possuía 498 indivíduos

arbóreos, divididos em 59 diferentes espécies (arbóreas, arbustivas e palmeiras). A análise da arborização viária revelou uma composição predominantemente limitada a poucas espécies, a maioria de origem exótica, incluindo a falsa-murta (*Murraya paniculata* (L.) Jack), a uva-japonesa (*Hovenia dulcis* Thunb.), a palmeira-leque-da-China (*Livistonia chinensis* (Jacq.) R.Br. ex Mart.), a resedá (*Lagerstroemia indica* L.) e uma única espécie nativa, a sibipiruna (*Cenostigma pluviosum* (DC.) Gagnon & G.P.Lewis). Segundo Paiva *et al.* (2022), é fundamental considerar a importância da diversidade biológica na formulação de planos de arborização, promovendo a substituição progressiva das espécies exóticas por espécies nativas regionais. Estas últimas possuem uma adequação ao ecossistema local, favorecendo a conservação da biodiversidade e estimulando a reintrodução de aves nativas.

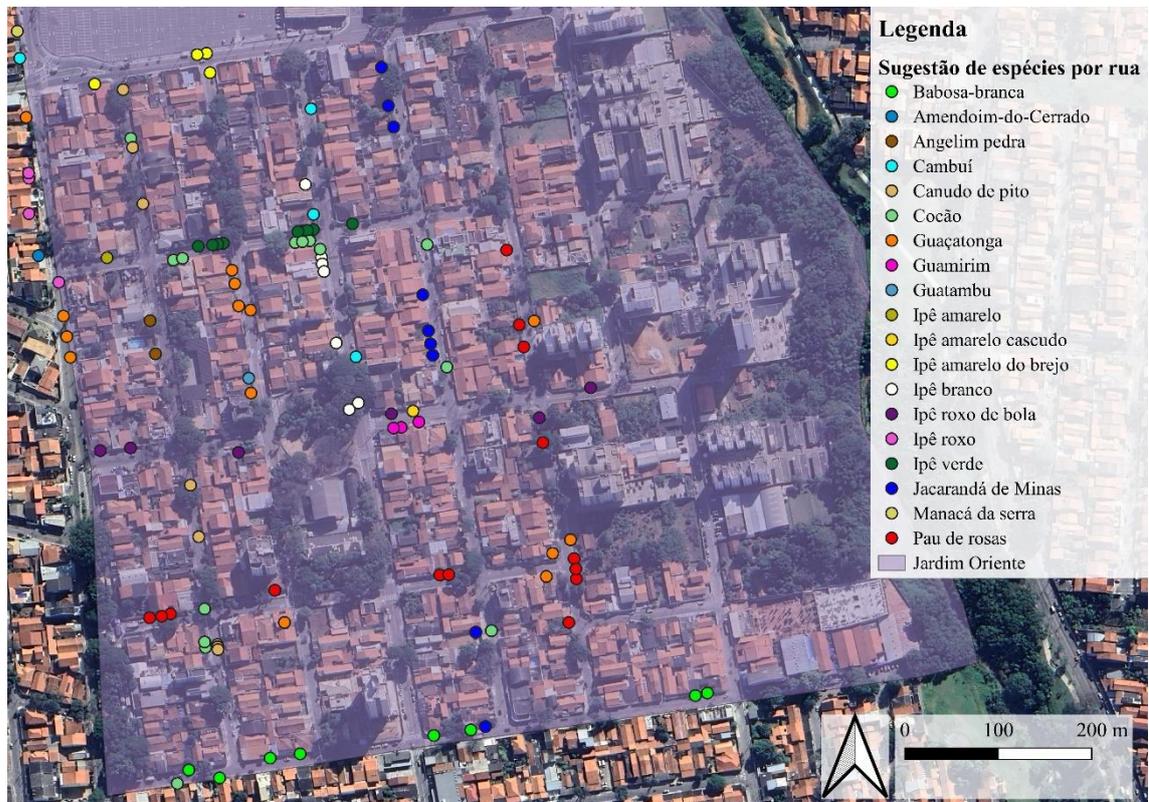
A seleção e a combinação de espécies arbóreas nativas foram realizadas para garantir uma arborização equilibrada, que atenda às necessidades ambientais, funcionais e estéticas da cidade, além de maximizar os benefícios ecossistêmicos e sociais proporcionados pela arborização. A escolha da composição de espécies para cada bairro (Jardim Oriente, Jardim do Céu, Jardim Oriental e Jardim Rosário) seguiu o critério de uniformização de espécies por rua, sempre considerando o porte determinado para cada oportunidade de plantio, conforme ilustrado nas Figuras 17, 18 e 19 e 20.



**Figura 17.** Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Rosário.



**Figura 18.** Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim do Céu



**Figura 19.** Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Oriente



**Figura 20.** Espécies selecionadas para as oportunidades de plantio para o Bairro Jardim Oriental

Conforme Barcellos *et al.* (2018), a uniformização de espécies por rua apresenta vantagens, como a harmonização visual e a criação de um padrão urbano distintivo, maximizando os benefícios estéticos. Ademais, esse critério simplifica e otimiza a manutenção, uma vez que os tratos culturais são semelhantes para todas as árvores. Outra vantagem é a facilidade de logística para as ações de plantio e de monitoramento do desenvolvimento inicial das espécies.

A presença da fiação elétrica aérea limitou a alocação de uma mesma espécie nos dois lados da via, visto as oportunidades de plantio com porte diferenciado (pequeno, médio e grande) para a mesma rua. Nessas situações, as espécies selecionadas para o plantio em locais sob fiação elétrica foram escolhidas com base na densidade e no formato da copa, visando implantar espécies que se adaptem melhor à fiação e que não sejam prejudicadas por podas futuras.

Outro fator relevante foi a consideração da diversidade de espécies no bairro, conforme o parâmetro de 15% de diversificação individual da espécie definido pelo PMAU (IPPLAN, 2016). A alocação de uma ou duas espécies na mesma rua não prejudica a diversidade global de espécies no bairro, uma vez que as espécies pouco se repetem nas diferentes ruas.

A composição também considerou a sazonalidade das espécies, evitando a ocorrência simultânea da perda total de folhas em todas as ruas. As espécies com flores ornamentais, como ipês (*Handroanthus* sp), pau-de-rosas (*Physocalymma scaberrimum*) e jacarandá-caroba (*Jacaranda cuspidifolia*), foram alocadas em diferentes trechos do bairro e em vias de maior circulação de pessoas, de forma a potencializar o florescimento em diferentes épocas do ano. Foi dada preferência para alocação de espécies decíduas ou semidecíduas em ruas onde há trechos de arborização presente e espécies de folhagem

perene em ruas sem presença de árvores, visando a provisão de corredores de sombra. Também foi pensado na utilização de espécies de grande porte com copa densa no lado onde não há fiação com a finalidade de sombreamento e redução de manejo de podas que favoreça o orçamento público e reduz as chances de problemas fitossanitários e declínio das árvores futuramente.

A seleção de espécies na arborização urbana pode abranger diferentes objetivos, como aspectos paisagísticos, econômicos, culturais, funcionais (fornecimento de sombra ou formação de corredores ecológicos) ou operacionais (necessidades de manutenção). É importante ressaltar que a gestão municipal pode estabelecer prioridades e metas de acordo com as demandas de cada região.

Neste contexto ressalta-se que a seleção de espécies arbóreas para os bairros da região do Jardim Oriente é apenas uma proposta, com o objetivo de fornecer um produto a partir da identificação de oportunidades de plantio de modo a auxiliar na tomada de decisão. Cabe assim, aos gestores públicos definirem a prioridade que darão para esses fatores e quais objetivos pretendem atingir com a arborização urbana, com vistas a atender as demandas e peculiaridades de cada região.

A educação ambiental, a comunicação e a relação com a população também são fatores cruciais a serem considerados no planejamento para a implantação de novas árvores na cidade. Por meio da educação ambiental, é possível conscientizar a população sobre a importância das árvores para o meio ambiente e seus diversos benefícios, tais como a melhoria da qualidade do ar, a redução do calor urbano e o aumento da biodiversidade. A comunicação efetiva com os moradores é essencial para garantir a compreensão dos objetivos do plantio de árvores nas calçadas e os impactos positivos que essa ação pode trazer para a comunidade. Além disso, a relação próxima com os moradores desempenha um papel fundamental para envolvê-los ativamente no processo de plantio e manutenção das árvores. É fundamental ouvir suas opiniões, considerar suas necessidades e fazer com que se sintam parte integrante do projeto. Ao engajar a comunidade, cria-se um senso de responsabilidade e pertencimento em relação ao patrimônio arbóreo, aumentando, assim, as chances de sucesso a longo prazo do plantio e da conservação das novas árvores

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados da análise evidenciaram que a região do Jardim Oriente em São José dos Campos - SP dispõe de 348 locais propícios para o plantio de árvores nas calçadas, em conformidade com as metas definidas no plano de arborização urbana, indicando potencial para o fortalecimento e complementação da cobertura arbórea nas vias públicas da região. A predominância de oportunidades de plantio de médio e pequeno porte são decorrentes das características viárias dos bairros, sendo a largura das calçadas o principal fator limitante para inserção de árvores de grande porte.

A utilização do software ARBIO revelou-se como uma ferramenta altamente eficaz para identificação das oportunidades de plantio. A compilação das informações das características viárias proporcionou maior agilidade na coleta de dados de campo, auxiliando na tomada de decisões e minimizando erros. Além disso, a possibilidade de sincronização dos dados e organização em planilhas facilitou a análise e interpretação dos resultados.

Algumas melhorias no módulo de planejamento do software podem ser recomendadas, incluindo a inclusão de campos para informações mais detalhadas sobre a rede elétrica aérea, como a rede primária, secundária, compacta, multiplexada e isolada, bem como campos para a largura da calçada e da via, que podem auxiliar na seleção de espécies adequadas. Além disso, pode ser recomendado o uso do software no tablet conectado à internet de forma a reduzir os erros no georreferenciamento dos dados.

A espacialização das informações das oportunidades de plantio e o uso do Google Earth Pro, permitiu uma maior confiabilidade na tomada de decisão para a seleção da composição da arborização das vias públicas. A alocação de espécies pelo critério de uniformização se mostrou eficaz de forma a garantir uma melhor gestão futura das árvores, sem interferir na diversidade global de espécie proposta pelo PMAU.

A identificação de oportunidades de plantio através do software ARBIO se mostrou com uma importante estratégia de gestão da arborização, permitindo maior confiabilidade e segurança para inserção de novas árvores nas cidades, reduzindo os riscos e maximizando os benefícios de uma arborização de qualidade.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELLOS, A.; WOJCIKIEWICZ, C. R.; LUBASZEWSK, E. A.; MAZUCHOWSKI, J. Z.; CONCEIÇÃO, J. R.; LEAL, L.; MEDEIROS, M. L. M.; CONTE, P. A.; KARVAT, S. G.; AHRENS, S. **Manual para elaboração do plano municipal de arborização urbana. Paraná:** Comitê de Trabalho Interinstitucional para Análise dos Planos Municipais de Arborização Urbana no Estado do Paraná, 2018.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. **Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo.** Curitiba: FUPEF, 2005.

CUNHA, V. L. C. DE M., MAGALHÃES, L. M. S., FREITAS, W. K. DE, & MENDONÇA, B. A. F. DE. Conflitos da arborização com elementos urbanos na cidade de Valença, Estado do Rio de Janeiro. **Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 15(2), 28, 2020.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; BARTON, D. N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, v. 86, p. 235-245, 2013.

GONÇALVES, L. M., MONTEIRO, P. H. S., SANTOS, L. S., MAIA, N. J. C., e ROSAL, L. F. Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades. **Ensaio e Ciência**, 22(2), 128-136. (2018).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2021). São José dos Campos: Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-jose-dos-campos/panorama>>. Acesso em: 04 Jan. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010

IPPLAN - Instituto de Pesquisa, Administração e Planejamento. **Sistematização de informações sobre arborização urbana.** São José dos Campos - SP, 2016.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo 2022. Disponível em <[https://www.ipt.br/solucoes/351-solucao\\_tecnologica\\_ARBIO.htm](https://www.ipt.br/solucoes/351-solucao_tecnologica_ARBIO.htm)> Acesso em 10 de dezembro de 2022.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Solução tecnológica ARBIO.** São Paulo, SP 2021. Disponível em: <[https://www.ipt.br/solucoes/351-solucao\\_tecnologica\\_arbio.htm](https://www.ipt.br/solucoes/351-solucao_tecnologica_arbio.htm)>. Acesso em 12 de dezembro de 2022.

ISERNHAGEM, I; LE BOURLEGAT, J. M. G.; CARBONI, M. Trazendo a riqueza arbórea regional para dentro das cidades: possibilidades, limitações e benefícios. *Revista Brasileira de Arborização Urbana.*, Piracicaba, v.4, n.2, p.117-138, 2009.

LIMA, M. G. M., LELLES, S. L. C., e MUSTAFA, N. T. M. Arborização urbana em Fortaleza-CE–Desafios para a Gestão Municipal. **Research, Society and Development**, 11(16) (2022). Monografia (Especialização em Arquitetura de Interiores)–Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, 2008.

LOCOSSELLI, G. M., CAMARGO, E. P. de, MOREIRA, T. C. L., TODESCO, E., ANDRADE, M. de F., ANDRÉ, C. D. S. de, ANDRÉ, P. A. de, SINGER, J. M., FERREIRA, L. S., SALDIVA, P. H. N., & BUCKERIDGE, M. S. The role of air

pollution and climate on the growth of urban trees. **Science of the Total Environment**, 666, 652–661, 2019.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000. 226p.

NOWAK, D. J., CRANE, D. E., DWYER, J. F., & STEMM, L. A. (2016). Benefits and costs of urban trees and green spaces in three cities in the eastern United States. **Journal of Arboriculture**, 42(1), 1-16.

PAIVA, P. D. D. O.; REIS, M. V. D.; SOUSA, R. D. B.; FERRAZ, R. M.; SALGADO, M. D. C. R. Performance of native species in urban afforestation of public pathways in Lavras-MG, Brazil. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 161-171, 2022.

PDAU - **Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro**. Fundação Parques e Jardins - FPJ. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://rio.rj.gov.br/web/fpj/plano-diretor-de-arborizacao-urbana>> Acesso em: 09 dez. 2022.

PENNA, H. C. **Critérios de seleção de espécies arbóreas potenciais para sistemas viários na cidade global de São Paulo- SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022. 99 p.

PIVETTA, K. F. L.; SILVA FILHO, D. F. Arborização Urbana. **Boletim Acadêmico. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP**, 2002. 74p

PROVENZI, G. **Áreas verdes urbanas em Xaxim, um processo de revisão**. 2008. 110 p. Monografia (Especialização em Arquitetura de Interiores) – Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, 2008.

SANTOS, C. F. T. A.P dos, MAZZEO, R. R., JOA QUIM, W. Inventário das espécies arbóreas da floresta urbana de São José dos Campos – SP, **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 10, n. 28, 2022.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP – **Prefeitura Municipal de São José dos Campos -SP**, 2022d. Disponível em <<https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/governanca/sao-jose-em-dados/populacao>> Acesso em 09 de dezembro de 2022.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP – Prefeitura Municipal de São José dos Campos -SP. **Mapas de loteamento** 2022c. Disponível em <<https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/urbanismo-esustentabilidade/planejamento-urbanizacao/mapas-de-loteamentos/>> Acesso em 09 de dezembro de 2022.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP – **Prefeitura Municipal de São José dos Campos -SP**. São José é certificada como a primeira cidade inteligente do Brasil. 2022a. Disponível em < <https://www.sjc.sp.gov.br/noticias/2022/marco/16/sao-jose-e-certificada-a-primeira-cidade-inteligente-do-brasil>> Acesso em 12 de dezembro de 2022.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP – Prefeitura Municipal de São José dos Campos -SP. **Arborização de São José dos Campos** 2022b. Disponível em <https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/urbanismo-e-sustentabilidade/arvores/arboriza-sao-jose> Acesso em 17 de dezembro de 2022.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP – Prefeitura Municipal de São José dos Campos -SP .  
Localização. 2022c. Disponível em <https://www.sjc.sp.gov.br/servicos/governanca/sao-jose-em-dados/localizacao> Acesso em 17 de dezembro de 2022.

SÃO PAULO -SP - **Plano Municipal de Arborização Urbana**. São Paulo: SVMA, 2020. 528 p.

SARTORI, R. A., MARTINS, G. A. C., ZAÚ, A. S., & BRASIL, L. S. C. Urban afforestation and favela: a study in a community of Rio de Janeiro, Brazil. **Urban Forestry & Urban Greening**, 40, 84-92., 2019.

SCHUCH, M. I. S. (2006). **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade devida com uso de geotecnologias**. 2008. 101f. Dissertação (Mestrado em Geomática – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2006.

SENATRAN Secretaria Nacional de Trânsito . Frota de veículos 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/frota-de-veiculos-2021>.> Acesso em 10 de dezembro de 2022.

TAN, BING YANG. Save a Tree and Save a Life: Estimating the Health Benefits of Urban Forests. **Environmental and Resource Economics**, v. 82, n. 3, p. 657-680, 2022.

TEIXEIRA, I.F.; SILVA, R.M. da; TATSCH, G.L. Compatibilidade da arborização de ruas da Avenida Celestino Cavalheiro, São Gabriel-RS. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 4 p. 438-450, 2011.

VIANA DA SILVA, R., ANGELO, D. H., ARRUDA, A. A., da SILVA, W. A. (2018). Análise dos principais conflitos e espécies inadequadas presentes na arborização viária na região central do município de Imperatriz - MA. **Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, 13(2), 47, 2018.

VIRÍSSIMO, D. B., RUSSO, M. C., BRAZOLIN, S., AMARAL, R. D. A. M. **ARBIO: Sistema de Gestão da Arborização**. Conferência Iadis Ibero-Americana Computação Aplicada, São Leopoldo, RS, 2013.