

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Conexões entre percepção ambiental e patrimônio arbóreo: uma
ferramenta de gestão da arborização viária**

Daniela Castelo Branco Manfrim

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestra
em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Opção em:
Silvicultura e Manejo Florestal

**Piracicaba
2024**

Daniela Castelo Branco Manfrim
Arquiteta Urbanista

**Conexões entre percepção de serviços ambientais e patrimônio arbóreo: uma
ferramenta de gestão da arborização viária**
versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **DEMÓSTENES FERREIRA DA SILVA FILHO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Silvicultura e Manejo Florestal

Piracicaba
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Manfrim, Daniela Castelo Branco

Conexões entre percepção ambiental e patrimônio arbóreo: uma ferramenta de gestão da arborização viária / Daniela Castelo Branco Manfrim. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGT 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2024.

129 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

1. Inventário arbóreo 2. Cidades resilientes I. Título

DEDICATÓRIA

À Deus, consciência que permeia tudo que existe, por nos guiar e nos unir pelo propósito de preservar e edificar sua obra.

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho é resultado da colaboração de diversas pessoas que se unem pelo norte comum do amor ao conhecimento, que só se mantém vivo e verdadeiro pois é constantemente revisado e compartilhado. Meu sincero agradecimento a todos os envolvidos:

Ao meu orientador, Demóstenes Ferreira da Silva Filho, em primeiro lugar por todos os anos de trabalho e dedicação à causa da arborização urbana cujo legado vai muito além da produção acadêmica. Ele está também na reação de admiração e afeto de todas as pessoas para quem cito seu nome. Muito obrigada por me aceitar como sua orientanda e permitir que eu faça parte dessa história.

A Mauricio Lamano, por sua sensibilidade e disponibilidade em aceitar me apoiar nessa jornada.

A Jefferson Polizel, pela assistência, dedicação e amizade.

À Taciana Savian, pelo conhecimento compartilhado e dedicação na avaliação estatística dos dados.

A José Aguirre e a Patricia Sanches, cujos trabalhos realizados me inspiraram tanto, e também, pelas dicas e incentivo na realização dessa jornada.

A Carlos Silva Filho, cuja experiência e conhecimento compartilhado me permitiram visualizar o horizonte a ser buscado, me incentivando assim, a continuar.

A Marcos Sorrentino, cujas falas sempre me encheram de inspiração, gratidão e senso de responsabilidade para transformar a realidade. Agradeço também por todos os momentos de orientação.

À Talita Angélico, colega de laboratório e de trabalho, pelo exemplo de profissionalismo, competência, fidelidade e amizade.

À Giovanna Oliveira, assistente de pós-graduação, pela ajuda técnica e pela amizade.

A meus pais, pelo diálogo e pela confiança na minha capacidade.

À todas as pessoas que colaboraram para a construção da Universidade de São Paulo, um patrimônio nacional, que me ofereceu, assim como oferece a todos os estudantes de pós graduação, um universo de conhecimento, de troca de experiências em disciplinas de diversas unidades.

À CAPES e à Fealq, pelo auxílio quanto à bolsa de mestrado.

“A extinção é a regra. A sobrevivência é a exceção.”

Carl Sagan

“Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! Esperançar é levar adiante, esperançar é juntar-se com outros para fazer de outro modo...”

Paulo Freire

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos	16
1.2 Perguntas	16
1.3 Estrutura da dissertação	17
1.4 Revisão bibliográfica	17
1.4.1 Nascimento e histórico da arborização campineira	17
1.4.2 Poluição, saúde pública e arborização.....	23
1.4.3. Manejo da floresta urbana.	26
Referências	28
2. O QUE DIZEM OS INVENTÁRIOS SOBRE AS ÁRVORES URBANAS DAS CIDADES QUE ORIGINALMENTE ERAM OCUPADAS POR FLORESTAS TROPICAIS?	35
2.1 Introdução	35
2.2 Materiais e Métodos.....	36
2.3 Resultados	37
2.3.1 Estudos brasileiros baseados em inventários de árvores.....	37
2.3.2 Métodos de inventário e resultados relevantes	43
2.3.3 O que os inventários dizem sobre as árvores viárias	44
2.4 Discussão	45
2.5 Conclusão.....	49
Referências.....	49
3. CONHECENDO PARA GERENCIAR - CENSO E INVENTÁRIO ARBÓREO DE DOIS BAIRROS DE CAMPINAS	55
3.1 Introdução	55
3.2 Materiais e Método	57
3.2.1 Área de estudo.....	57
3.2.1.1 Bairro Jardim Eulina.....	60
3.2.1.2 Loteamento Vila Esperança	62

3.2.2 Inventário e censo arbóreo.....	63
3.2.3 Determinação do n amostral.....	64
3.3 Resultados e Discussão.....	65
3.4 Conclusão.....	77
Referências.....	78
4. ÁRVORE PARA QUE? PERCEPÇÃO SOBRE OS SERVIÇOS AMBIENTAIS PRESTADOS PELA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA.....	83
4.1 Introdução.....	83
4.2 Materiais e Método.....	84
4.3 Resultados e Discussão.....	87
4.3.1 Perfil sociodemográfico.....	88
4.3.2 Análise por assertiva.....	90
4.3.3 Análises estatísticas.....	111
4.4 Conclusão.....	115
Referências.....	116
5. CONCLUSÕES GERAIS.....	125
APÊNDICES.....	127

RESUMO

Conexões entre percepção de serviços ambientais e patrimônio arbóreo: uma ferramenta de gestão da arborização viária

A mudança climática se tornou alvo de preocupação de parte da população mundial em função da ocorrência nos últimos anos de vários eventos climáticos extremos. A somar-se ao desafio de lidar com as consequências desse aumento de temperatura, protegendo populações dos futuros longos períodos de estiagem, tempestades, enchentes, temperaturas muito altas ou muito baixas, existe o desafio de fazê-lo em cidades que hoje já passam por problemas decorrentes da falta de planejamento ou de desvalorização de um meio ambiente natural. Cidades são áreas naturalmente propícias à ocorrência do fenômeno das Ilhas de Calor em função das suas características construtivas, e a amplitude desses fenômenos é proporcional à dimensão das cidades. Campinas, que na primeira metade do século XX foi referência nacional no quesito Arborização Urbana, em 2015 possuía um déficit de 367 mil árvores segundo censo realizado naquele ano. A arborização urbana é o conjunto de árvores de uma cidade, e insere-se no rol de bens comuns da sociedade, pertinentes ao meio ambiente e à qualidade de vida, trazendo bem-estar físico, psicológico e segurança ambiental à população. Existe um conjunto de procedimentos iniciais necessários à gestão da arborização urbana de forma a obter o máximo aproveitamento dos serviços ambientais prestados pela arborização urbana, dos quais esta pesquisa realizou, no bairro Jardim Eulina e no Loteamento Vila Esperança: a.) inventário e censo da arborização viária, b.) pesquisa de percepção sobre os serviços ambientais prestados, c.) verificação sobre relações entre a percepção dos serviços ambientais a respectiva característica da arborização dos locais em que a população entrevistada reside, d.) relacionando também características como gênero, idade, condição socioeconômica, e escolaridade. Foi verificado que as áreas pesquisadas possuem em média 31,7 árvores por quilometro linear de calçada, e que, considerando a largura das calçadas inventariadas, 88% delas são classificadas como estreitas segundo as diretrizes contidas no Guia de Arborização de Campinas. Tal resultado demonstra a necessidade de revisão e atualização do guia para que este possa atender as demandas atuais e futuras dos cidadãos.

Palavras-chave: Inventário arbóreo, Cidades resilientes

ABSTRACT

Connections between perception of environmental services and arboreal heritage: a street afforestation management tool

Climate change has become a target of concern for part of the world's population due to the occurrence of several extreme weather events in recent years. In addition to the challenge of dealing with the consequences of this increase in temperature, protecting populations from future long periods of drought, storms, floods, very high or very low temperatures, there is the challenge of doing so in cities that today are already experiencing problems arising from lack of planning or devaluation of a natural environment. Cities are areas naturally prone to the occurrence of the Heat Island phenomenon due to their construction characteristics, and the extent of these phenomena is proportional to the size of the cities. Campinas, which in the first half of the 20th century was a national reference in terms of Urban Afforestation, in 2015 had a deficit of 367 thousand trees according to a census carried out that year. Urban afforestation is the set of trees in a city, and is included in the list of common goods of society, pertinent to the environment and quality of life, bringing physical, psychological well-being and environmental safety to the population. There is a set of initial procedures necessary for the management of urban afforestation in order to obtain maximum use of the environmental services provided by urban afforestation, of which this research carried out, in the Jardim Eulina neighborhood and in the Vila Esperança subdivision: a.) inventory and census of road afforestation, b.) survey of perception about the environmental services provided, c.) verification of relationships between the perception of environmental services and the respective characteristic of afforestation in the places where the interviewed population resides, d.) also relating characteristics such as gender, age, socioeconomic status, and education. It was verified that, according to the guidelines contained in the Campinas Tree Planting Guide – GAUC – 88% of the sidewalks inventoried are classified as narrow, and should only receive small trees. This result demonstrates the need to review and update the guide so that it can meet the current and future demands of citizens.

Keywords: Tree inventory, Resilient cities

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 40 anos as mudanças climáticas aceleraram em ritmo alarmante devido às emissões antropogênicas de gases de efeito estufa no contexto de sociedades de consumo excessivo. Desde a Revolução Industrial a temperatura média da superfície do planeta aumentou 1,1°C, com o agravante de que cada uma das últimas 4 décadas foi mais quente do que qualquer outra anterior (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC, 2021). Tal processo já causou a extinção de diversas espécies da flora e fauna dos ecossistemas de todos os continentes e oceanos, e coloca em risco a vida humana no Planeta (IPBES, 2019). Esse fenômeno não é apenas o maior desafio ecológico que a humanidade enfrenta hoje, mas também o maior desafio social (INCROPERA, 2015; IPCC, 2021). A Mudança Climática afeta nossa saúde, reduz o acesso à água, prejudica a segurança alimentar, agrava as desigualdades, leva à intensificação de conflitos e deslocamentos massivos da população (WELZER, 2012). Em 2020, 30,7 milhões de pessoas foram obrigadas a migrar, ou se deslocar temporariamente, em função de desastres ambientais. Destes deslocamentos, mais de 98% ocorreu em função dos riscos climáticos (IOM, 2021). A onda de calor que assolou a Europa durante o verão de 2003 causou a morte de 35 mil pessoas (CAMPBELL-LENDRUM; CORVALAN; NEIRA, 2007). Desde então, tais ondas vêm se repetindo, colocando em risco a vida de idosos e/ou portadores de doenças crônicas (NICOLAS; JOUET; LIOGER, 2021). Independente das medidas de mitigação realizadas até agora, a temperatura média global irá aumentar entre 1,7 e 5,4 graus Celsius (DCIAC, GCP, IPCC, FUSS *et al.*, 2014), levando, portanto, à inevitável intensificação dos eventos climáticos extremos e às suas consequências humanas desastrosas. Entre 2030 e 2050, segundo previsões da Organização Mundial de Saúde, a mortalidade decorrente da elevação das temperaturas, tanto pelo aumento de doenças infecciosas (diarreias, doenças transmitidas por vetores) como entre indivíduos idosos, naturalmente mais sensíveis, poderá ser de 250.000 pessoas ao ano.

No contexto das cidades, a Mudança Climática tem agravantes específicos, em função das mudanças profundas promovidas pela urbanização nas áreas verdes, que produzem impactos significativos no ambiente natural, como a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos (ZHOU; WANG, 2011). Além desse fator, as cidades são particularmente vulneráveis a eventos de calor extremo em função de: altas densidades populacionais, grande número de moradores pobres, idosos, e alta concentração de bens materiais e

culturais (CARTER *et al.*, 2015). Na cidade de São Paulo, a formação da Ilha de Calor Urbana é frequente, e já ultrapassou 14°C entre o centro e a periferia. (LOMBARDO; JESUS; FRUEHAUF, 2014). Na cidade de Campinas, a diferença de temperatura detectada entre centro e periferia foi de 11°C. Um dos fatores causadores deste fenômeno, alta concentração de gases poluentes e de material particulado em suspensão, afetam diretamente a saúde dos habitantes, interferindo também no aumento da mortalidade por causas respiratórias (LOMBARDO; JESUS; FRUEHAUF, 2014). A arborização urbana é o elemento da paisagem que combate a Ilha de Calor, tanto pela absorção dos gases envolvidos, quanto pela diminuição da temperatura promovida pelo processo de absorção da luz solar de fotossíntese (WANG, Yupeng; AKBARI, 2016a).

Outros eventos resultantes da Mudança Climática combatidos pela arborização urbana são: a baixa umidade, provocada pelo aumento dos períodos de estiagem, e as inundações, que são evitadas ou reduzidas em função do controle hidrológico realizado pelas árvores. Isso pois, além da água que infiltra através do canteiro, a arborização tem alta capacidade de interferir no volume de água que escorre superficialmente nos primeiros momentos da chuva já que algumas espécies tem absorvem a água que cai sobre sua copa, e infiltra-a no solo (CUNHA, 2018; SILVA, 2008). A floresta urbana também aumenta a umidade do ar através da evapotranspiração (WANG *et al.*, 2018).

Campinas, apesar de não ser capital, já foi referência no quesito arborização urbana ao passar por uma grande reforma urbanística no início do século XX (FIGURA 1), motivada não apenas por sua importância econômica, mas como prevenção a ocorrência de novos surtos epidêmicos como os de febre amarela ocorridos ao final do século XIX (LIMA, 2000). As ações realizadas pelo Estado foram com o intuito de acabar com áreas de esgoto a céu aberto ou pantanosas, locais de reprodução do mosquito vetor da doença, e ficaram restritas a intervenções sobre a arquitetura e o paisagismo urbano (AGUIRRE JUNIOR, 2008; LIMA, 2000). De lá para cá a participação da árvore como integrante de intervenções de saneamento urbano e civilizatório deixou de existir. Os surtos epidêmicos que motivaram a mudança foram esquecidos tanto por gestores públicos e privados quanto pela população, e as árvores passaram a ser o elemento descartável no concorrido espaço das calçadas urbanas.

Como resultado, com o passar das décadas, o patrimônio arbóreo que no começo do século XX posicionou Campinas entre as cidades mais bonitas do país, junto ao Rio de Janeiro e a Belém, passou a ter seus indivíduos inviabilizados pelo manejo incorreto,

quando não suprimidos. Essa prática concide e é a possível causa do aumento da temperatura média da cidade ter sido 57% maior do que o aumento planetário. Em Campinas, nas últimas décadas, a temperatura aumentou 1,9°C, passando de 20,4°C, entre 1890 e 1929, para 22,3°C de 1990 a 2021 (IAC, 2021). A cidade cuja a estética urbana foi referência nacional, fato muito influenciado pela presença de árvores de grande e médio porte, mais eficientes no fornecimento dos serviços ambientais, e pela abundância de espécies, hoje não se difere de outras cidades do Estado de São Paulo, como demonstra o censo realizado em 2015 (Alvarez *et al*, 2015), indicando o déficit arbóreo de 365 mil árvores viárias. O Guia de Arborização Urbana de Campinas e a Lei Municipal de Arborização Urbana de Campinas 11.571/03 estabelecem uma série de diretrizes, entre elas, a que determina o plantio de, pelo menos, 100 árvores/km linear de passeio, o que corresponde à uma árvore a cada 10 metros de calçada, salvo exceções pela presença de postes, proximidade de esquinas, passagem de tubulações, etc. (GAUC, 2008).

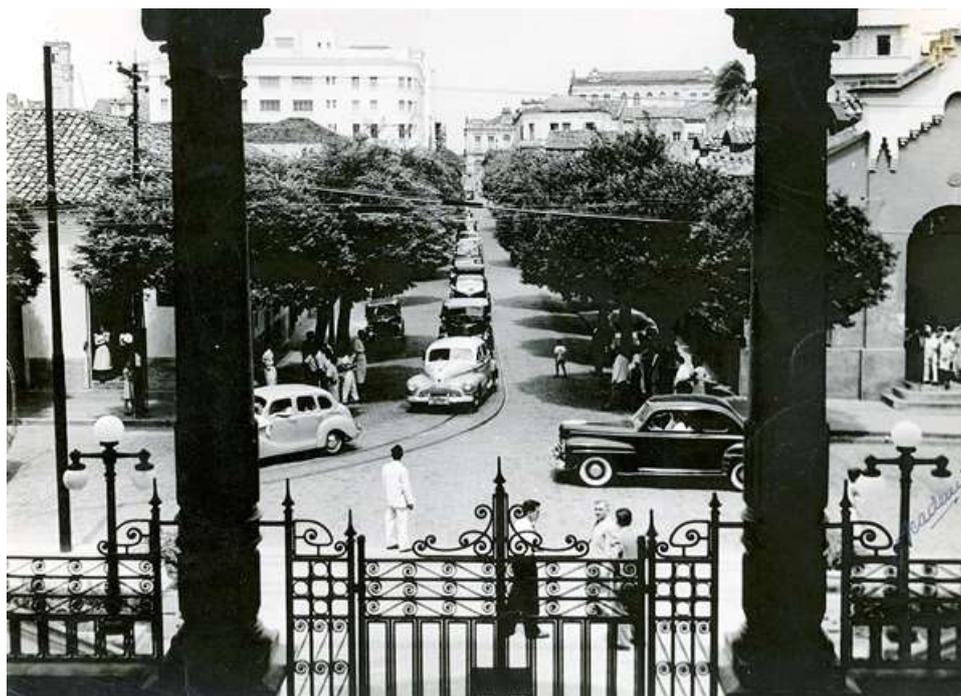


Figura 1: Foto antiga de Campinas: rua Thomas Alves vista da Escola Carlos Gomes. Fonte: site campinas virtual

Entretanto, é importante salientar que esse déficit não é homogêneo. A presença e o porte das árvores nas calçadas de Campinas variam de acordo com a condição socioeconômica da população local, sendo as regiões mais pobres também mais carentes de conforto ambiental produzido pela arborização viária. A região da cidade universitária

possui 49 árvores por quilômetro de calçada. Já a região do Campo Grande apresenta 8 árvores/km (ALVAREZ *et al.*, 2015).

É importante salientar que para alcançar o déficit de 365 mil exemplares foi necessário não apenas que as novas áreas urbanizadas não recebessem a arborização ao serem inauguradas, mas também que bairros tradicionais, como o Cambuí e Taquaral, com arborização viária estabelecida e populações de elevada escolaridade e/ou condição socioeconômica, tivessem esse patrimônio suprimido. O patrimônio arbóreo da cidade sofre agressões de diversos setores da sociedade: podas predatórias por parte da distribuidora de energia local, (CPFL); perfuração de raízes por parte da Comgás (AGUIRRE JUNIOR, 2021, 2008), plantio preponderante, por parte da prefeitura de uma única espécie exótica, o ipê rosa, *Tabebuia pentaphylla Hemsl.*, nativa de El Salvador (AGUIRRE JUNIOR, 2021) desrespeitando a proporção entre família, gênero e espécie definida cientificamente como segura para a prevenção de alastramento de pragas e perda de grande parte dos indivíduos de uma só vez (BORTOLETO; SILVA FILHO, 2008; SANTAMOUR, 1990), assim como já ocorreu na cidade com a propagação de doenças, declínio e morte de exemplares de alecrim-de-campinas, *Holocalyx balansae*. Os proprietários de imóveis que, segundo a legislação de Campinas são responsáveis pela manutenção dos respectivos passeios, recorrentemente vivem um embate com as raízes das árvores, principalmente, ao executar canteiros inadequados pelo reduzido tamanho, ou ainda, murados ou completamente concretados. Plantam espécies não indicadas para calçada, ou executam canteiros inadequados pelo tamanho ou murados, o que faz com que as raízes emerjam e quebrem as calçadas, ou até estruturas dentro do lote, possivelmente, pelo alto grau de estresse que as acomete.

Um possível motivo para a falta de valorização da árvore é a herança cultural brasileira como colônia de exploração. Nela, a floresta tropical, cuja característica natural é a densa ocupação por indivíduos arbóreos, nos primeiros séculos de colonização foi encarada como uma barreira a ser transposta para a ocupação e exploração do território com fins econômicos (SERRÃO, 2002). Sendo assim, a árvore, e conseqüentemente o conjunto delas representado pelo patrimônio arbóreo, não é vista pela população, bem como pelas administrações públicas, como um bem a ser preservado. Apesar de o capítulo VI da Constituição Federal prever que “todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo

para as futuras gerações” (Art.255, 1988), tal discurso não é transcrito para a realidade dos municípios através de práticas administrativas. O que observamos nos municípios é o pequeno número de técnicos responsáveis pela gestão da arborização urbana, limitado recurso financeiro para a realização das atividades envolvidas, a transferência da responsabilidade de poda às empresas distribuidoras de energia elétrica, e o pequeno investimento em educação ambiental, ineficiente na comunicação à população quanto à importância e forma de se relacionar com a arborização.

Para transformar essa realidade é preciso, em primeiro lugar, entender a distribuição espacial e temporal das árvores urbanas, seus benefícios ecológicos, sociais e econômicos, também chamados de serviços ecossistêmicos, através de sua quantificação e valoração por meio do inventário das árvores urbanas (KO *et al.*, 2016). Conhecer o que pretende preservar e ampliar, ou seja, o patrimônio arbóreo municipal, é fundamental para que os gestores públicos otimizem os custos com a administração e possam planejar o incremento desse patrimônio. O inventário de árvores possibilita entender a distribuição espacial e temporal da vegetação na paisagem urbana, além de valorar os benefícios potencialmente proporcionados pelas árvores à população.

Outra esfera que precisa ser conhecida é a humana, que reproduz ou interfere no ambiente construído. Perceber as motivações de todos os envolvidos, de forma que os agentes modificadores atuem de forma assertiva. “Sem a auto compreensão não podemos esperar por soluções duradouras para os problemas ambientais que, essencialmente, são problemas humanos” (TUAN, 2012). As pesquisas de percepção têm sido tanto com relação aos parques urbanos quanto à arborização viária, gerando resultados que servem como base para estratégias de gestão por serem embasados nos desejos e anseios da população que os frequenta, usufrui de seus serviços (RÉGIS, 2016). A partir da percepção ambiental que a população possui sobre os serviços prestados pelas árvores existentes nas calçadas de lotes residenciais, os gestores públicos poderão desenvolver estratégias de gestão que assegurem a conservação dos ecossistemas urbanos de forma mais homogênea, em que a área das ruas também colabora com a permeabilidade da biodiversidade, promovendo uma cidade mais sustentável, e desta forma alcançando dois dos 17 objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 (ONU, 2015): o décimo primeiro objetivo (Cidades e Comunidades Sustentáveis), e o décimo quinto (Vida Terrestre).

São inúmeras as ações necessárias para a implementação e manutenção da arborização viária. Esse trabalho propõe a realização das duas primeiras fases necessárias a

alcançar este objetivo: na primeira, a realização do inventário arbóreo do tipo censo, mapeando informações quali e quantitativas, como localização, espécie, porte, qualidade do canteiro, condições de salubridade, etc.; e na segunda, uma pesquisa de percepção dos moradores sobre os serviços ambientais prestados por essa arborização, procurando correlações entre essa percepção de serviços ambientais, e as características da paisagem em que a população entrevistada está inserida, verificando se existe relação entre a percepção e características como: idade, escolaridade, condição socioeconômica e gênero.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é produzir conhecimento que contribua para a criação de planos de melhoria da qualidade de vida, bem como para a mitigação dos eventos climáticos extremos, que utilizem para isso a arborização viária como ferramenta.

Os objetivos específicos são:

- I. Contribuir para o conhecimento do patrimônio arbóreo existente em ruas com diferentes contextos morfológicos e socioeconômicos;
- II. Contribuir para a compreensão da importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização viária para a manutenção da vida e da cidadania.
- III. Contribuir para a compreensão da relação entre percepção de serviços ambientais prestados pela arborização e fatores socioeconômicos, e culturais.

1.2 Perguntas

Com relação às características fitossociológicas, a morfologia urbana e a percepção ambiental da população das áreas estudadas, verificar:

- I. Qual a relação entre características fitossociológicas e a morfologia urbana (largura das ruas e calçadas)?
- II. Qual a relação entre a percepção ambiental e os dados sociodemográficos (idade, gênero, escolaridade, condição socioeconômica)?
- III. Existe relação entre tipo de ocupação do lote (comercial, institucional ou residencial) e taxa de arborização do passeio?

1.3 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está composto de 4 capítulos. O capítulo atual (capítulo 1) é introdutório, contendo revisão bibliográfica sobre: histórico da arborização do município de Campinas, relação entre arborização, poluição e saúde pública, e manejo da arborização. O capítulo 2 contém uma revisão sistemática sobre inventários e censos realizados em cidades de clima tropical (MANFRIM; ANGÉLICO; SILVA FILHO, 2023). Já o capítulo 3 trata do inventário e do censo arbóreo. Por fim, capítulo 4 traz a pesquisa sobre percepção dos moradores a respeito dos serviços ambientais prestados pela arborização viária. A dissertação é finalizada com uma conclusão geral.

1.4 Revisão bibliográfica

1.4.1 Nascimento da cidade e histórico da arborização

Inicialmente chamada de Bairro Rural do Mato Grosso, Campinas, cuja região já foi ocupada por povos indígenas, teve início no período colonial, na primeira metade do século XVIII, entre 1721 e 1730. Bandeirantes, vindos do Planalto de Piratininga (a região da atual cidade de São Paulo) e indo em direção a recém-descoberta "Minas dos Goíases" (atual Estado de Goiás), escolheram esse local como ponto de apoio às suas incursões, pois o local oferecia áreas de campinas (campos de vegetação rasteira) em meio a um trajeto de densa vegetação de Mata Atlântica. (SANTOS, 2002). Tal característica foi uma das razões pela qual o francês Saint-Hilaire, ao passar por Campinas em 1819, caracterizou a região da cidade como de transição entre os cerrados e a floresta de domínio Atlântico (MARTINS, 2007). A partir daí, serviu como pouso para descanso dos tropeiros que por aqui passavam a caminho das minas de ouro e de pedras preciosas no interior do Brasil (CAMPINAS, 2006).

Campinas cresceu a partir de dois córregos – o Tanquinho, que foi canalizado e passa sob a atual Rua Barão de Jaguará, reaparecendo no final da Avenida Anchieta, e o Lavapés, um dos formadores do ribeirão Anhumas, afluente do rio Atibaia. À margem do córrego Lavapés, hoje se encontra a Avenida Norte-Sul (PANORAMA DO MEIO AMBIENTE, 2005). A data de início do povoamento, 1739, é marcada pela chegada de Francisco Barreto Leme (1704-1782), o único detentor de concessão de terras. Ele doou ¼ de léguas, denominadas área do rossio, para a formação do núcleo urbano da povoação de

Campinas (SANTOS, 2002). Por volta de 1741, acontece o primeiro registro de desmatamento com cultivo de milho, feijão, arroz, amendoim e cana para consumo local, ainda em um bairro rural formado por pequenas propriedades agrícolas (LIMA, 2000; FUTADA, 2007).

Em 1797, a Freguesia de Campinas foi elevada à categoria de Vila. A vinda da família real ao Brasil, em 1808, ocasionou o fim do monopólio comercial com Portugal, o que possibilitou uma maior circulação de mercadorias no país e, portanto, aumento nas exportações. Nesse contexto, as fazendas de subsistência deram lugar a grandes latifúndios, principalmente para a agroindústria do açúcar; e parte do lucro obtido com o aumento das exportações foi investido na urbanização (BADARÓ, 1996).

A necessidade de lenha para combustível e construções, o estabelecimento dos engenhos de açúcar e a extensão da exploração agrícola determinaram a diminuição das áreas de vegetação florestal. Portanto, o crescimento urbano e o desenvolvimento de uma agricultura diversificada “complementaram este fenômeno secular de recriação da natureza, desaparecendo progressivamente as matas remanescentes” (SERRAO, 2007).

O ciclo do açúcar, impulsionado pelo trabalho escravo, trouxe um grande contingente populacional para Campinas e, em função da dinâmica da sua produção, estruturou o sistema viário do qual a produção cafeeira no futuro viria a fazer uso. A cultura cafeeira teve início por volta de 1807, mas sua produção só se tornou expressiva em 1835. Campinas foi um grande centro receptor de mão de obra imigrante que introduziu novas técnicas de cultivo do café (SANTOS, 2002).

Nas décadas seguintes, da mesma maneira como em todo Estado de São Paulo, as contínuas queimadas abriram espaço para os cafezais, que, entre 1800 e 1830, eram cultivados sem a presença de dossel nativo (DEAN, 1997). As geadas que se abateram sobre as lavouras de cana-de-açúcar em 1840, 1841 e 1842 oficializaram o mais novo produto a ser exportado, o café, que se aproveitou de toda estrutura fundiária formada para a cana de açúcar, só que necessitando de um menor número de trabalhadores e gerando mais lucro.

Na década de 1860/70, Campinas foi considerada a cidade mais rica e a maior produtora de café da província de São Paulo, produzindo 50% do café no Estado. A renda proveniente da agricultura proporcionou um crescimento urbano e industrial expressivo, possibilitando a aplicação de investimentos urbanos como a expansão de ferrovias (FRISCHDENBRUDER, 2001).

Em 1872, a criação da Companhia Paulista de Linhas Férreas e Fluviais fixou a cidade definitivamente como uma das mais importantes agroexportadoras brasileiras. O entroncamento entre a ferrovia Paulista e São Paulo Railway fazia com que a produção campineira atingisse rapidamente o porto de Santos, viabilizando o crescimento da cidade, assim como seu reconhecimento como polo regional, o que fez com que a cidade se tornasse moradia para a elite da região (CISOTTO/2009).

Apesar da riqueza e do ritmo de crescimento, nesta época inúmeros cortiços se espalhavam pela cidade, cercados por áreas alagadiças e córregos onde a população jogava lixo e detritos. A cidade possuía muitos cursos d'água de fluxo lento, córregos e áreas pantanosas. Não havia rede de esgoto e era prática corriqueira jogar nas proximidades das residências as águas servidas de penicos. A cidade e arredores transformavam-se em locais próprios para a proliferação de vetores transmissores de doenças; não havia coleta eficiente de lixo e a sujeira imperava nas ruas e praças. (VIGNOLI, 1999).

O crescimento populacional e econômico de Campinas parou em 1889, quando a população passou a diminuir em decorrência de três surtos consecutivos de Febre Amarela, nos anos de 1889, 1890 e 1896, (SANTOS FILHO e NOVAES, 1996). Durante estes surtos, em que o número de óbitos alcançou quarenta pessoas ao dia, estima-se que 20.000 habitantes, três quartos da população, deixou a cidade (SANTOS FILHO e NOVAES, 1996). Com isto a população reduziu de 50.000 para 5.000 habitantes (BADARÓ, 1996).

Naquele momento, ainda não se sabia que o vetor transmissor da doença era o mosquito *Aedes aegypti*. Mas já se sabia que a doença estava de alguma forma ligada à água; portanto, ao saneamento urbano. Para Vignoli (1999), foi em função disso que a administração local iniciou um período de grandes investimentos em urbanização, com drenagem do solo, retificação dos cursos d'água e limpeza das margens de córregos e riachos. Para controlar as doenças epidêmicas, além do enfrentamento utilizando as ferramentas oferecidas pela medicina tradicional, era necessário combater o conjunto de fatores ambientais e urbanísticos que permitiam a disseminação da doença. Dentre esses fatores, se identificava a organização do espaço urbano. Daí surgiram os códigos sanitários, os códigos de obras e as regras urbanísticas de recuo, de insolação, de ventilação relacionadas aos edifícios e à cidade (CAMPOS FILHO, 2004).

Por décadas, a cidade passou a receber investimentos para, em um primeiro momento, transformar não apenas o funcionamento das estruturas urbanas, com a canalização de ribeirões e a construção de galerias de drenagem, e, posteriormente,

transformar a estética da cidade. Entre os anos de 1896 e 1897, Campinas recebeu a colaboração da Comissão Sanitária do Estado, chefiada pelo médico Emílio Ribas (1862-1925). Paralelamente, recebeu também a colaboração do engenheiro sanitário Saturnino de Brito (1864-1929), através do cargo de Engenheiro-Chefe na Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo (LIMA, 2006).

Em 1934, Francisco Prestes Maia foi contratado pela prefeitura para elaborar um plano de reformulação e planejamento geral, denominado Plano de Melhoramentos Urbanos. Tal Plano apoiava-se nos ideais do urbanismo “funcionalista” e “higienista”, tendo um enfoque fortemente marcado por conceitos de estética urbana e valorização da paisagem, também chamado de “urbanismo de autoria” (LIMA, 2000; CISOTTO, 2009). O desejo da elite campineira era difundir novos costumes e construir uma imagem cosmopolita de cidade, principalmente nos lugares por onde transitavam: praças, ruas e avenidas. Desejava-se elaborar um cenário urbano padronizado, uma cidade embelezada e higiênica, científica e racional (LIMA, 2006).

O plano preliminar de Prestes Maia propunha a implantação de jardins urbanos, como praças ajardinadas, passeios públicos e avenidas arborizadas, cujas Áreas Verdes se tornam o novo elemento para a definição do traçado urbano. Esse plano se configurou como um relevante instrumento de organização e embelezamento do espaço citadino, aliados às vias de circulação (LIMA, 2007).

Na cidade, houve a inovação da arborização, com relação à praticada no país, em função da alta diversidade de espécies, utilizada em meio urbano, aclimação e teste de várias espécies, prioritariamente nativas (AGUIRRE JUNIOR, 2021, 2008; GAUC, 2007; SANTIN, 1999). Também foram feitos esforços para proteger os jardins e os jardineiros, criando policiamento contra vândalos, que não apenas destruíam os jardins, mas também agrediam os funcionários que faziam sua manutenção.

Diante dos esforços realizados por décadas e de tantas frentes da sociedade, na metade do século XX, Campinas, a cidade que meio século antes havia se tornado conhecida nacionalmente pela mortandade causada pelos surtos de febre amarela, tornara-se então referência nacional em arborização urbana, sendo comparada a cidades como Belém, Recife e Manaus, tanto pela fervilhante vida cultural, quanto por suas belezas (LIMA, 2000). Tal realidade foi alcançada não apenas em função dos esforços da administração municipal e estadual, mas também graças à contribuição de inúmeros centros de pesquisa, dentre eles IAC e UNICAMP (SOUZA, 1979; SANTIN, 1999; LORENZI,

2000), com relevante participação dos pesquisadores Hermes Moreira de Sousa, e do Dr. Hermógenes de Freitas Leitão Filho, botânico, ex-professor da UNICAMP, que contribuiu com a arborização da cidade por seu conhecimento de espécies nativas da mata atlântica, enriquecendo a diversidade de espécies no meio urbano. Hoje ele empresta seu nome ao parque ecológico da UNICAMP (AGUIRRE JUNIOR, 2008; GAUC, 2007).

O ilustre trabalho de arborização urbana realizado desde o início do século XX começou a se perder em meados da década de 1950. A dinâmica de intervenções e crescimento das áreas públicas passou a deixar de lado os cuidados necessários a manter a paisagem que tornou Campinas referência nacional de beleza e salubridade. Diante da falta de memória e de informação com relação à importância da arborização para a qualidade de vida de seus moradores, deu-se início a uma gradativa perda do patrimônio verde que tinha sido conquistado.



Figura 2: Jequitibá Rosa, com mais de 300 anos de idade, e 60 metros de altura, tombou em função do apodrecimento de sua estrutura, causado por sua vez por intervenções durante o período de construção do palácio municipal. Fonte: RAC

Em 1999, causou grande comoção à população a queda do “Seo Rosa”, exemplar de jequitibá-rosa centenário, considerado símbolo da cidade por parte dos moradores (FIGURA 2). A queda foi causada pelo manejo incorreto realizado anos antes, durante a

construção da sede da prefeitura, o que chamou atenção da sociedade e da administração municipal para o processo de perda do patrimônio que vinha ocorrendo há décadas (AGUIRRE JUNIOR, 2008; GAUC, 2007). Foi então criada a Comissão Jequitibá (Lei 13.245 de 05/10/1999), com a finalidade de assessorar tecnicamente a Secretaria Municipal de Infraestrutura sobre a política de arborização urbana, e analisar as propostas e legislações existentes. A comissão concluiu a necessidade da criação de uma legislação específica para a arborização urbana de Campinas, dando origem à Lei 11.571, de 17 de junho de 2003 (AGUIRRE JUNIOR, 2008; GAUC, 2007). Ela adota o GAUC como referência técnica para o planejamento, implantação e manejo de arborização urbana.

Apesar do avanço alcançado decorrente da promulgação da Lei 11.571 e da criação do Guia de Arborização Urbana, o processo de diminuição do patrimônio arbóreo continuou. O manejo inadequado, supressões indevidas, prática de poda excessiva e sem critérios técnicos realizados por diversas administrações municipais, pela concessionária de energia elétrica (CPFL), e pelos próprios munícipes, continuam provocando o aparecimento de problemas fitossanitários, o enfraquecimento, a redução da longevidade e, portanto, a morte precoce dos indivíduos, com o agrave do risco de acidentes envolvendo transeuntes (AGUIRRE JUNIOR, 2008). Outro elemento de interferência na arborização viária são os dutos de gás. A rede de tubulações foi executada danificando os sistemas radiculares das árvores, provocando doenças e quedas. Essas tubulações também inviabilizam o plantio de novos exemplares em função da pouca profundidade e posição em que estão sendo executadas nas calçadas (AGUIRRE JUNIOR, 2008).

Um levantamento realizado em 1999 constatou que Campinas possuía 2,55% da área do município coberta pela vegetação original (SANTIN, 1999). Um novo levantamento, realizado em 2010, constatou que 10,86% da área do município estava coberta por vegetação de importância ambiental. Apesar do aparente aumento, dois fatores devem ser considerados: a mudança dos parâmetros para a inclusão de áreas no mapeamento mais recente – áreas antes deixadas de lado na primeira medição por não terem sido captadas, passaram a fazer parte do montante verde na medição mais recente, com o aumento da acurácia das metodologias de geoprocessamento. O segundo aspecto é a localização dessas áreas verdes. A árvore presente em áreas de adensamento humano traz uma gama de benefícios que uma árvore em uma floresta afastada da concentração de pessoas não proporciona (ROGERS *et al.*, 2015).

1.4.2 Poluição, saúde pública, e arborização urbana

Em 2022, a Organização das Nações Unidas (ONU) declarou que todas as pessoas no planeta têm direito a um meio ambiente saudável (ONU, 2022). Tal resolução chegou em um momento de diversas crises planetárias: o lançamento de poluentes no meio ambiente, a perda de natureza e biodiversidade, a Crise Climática, e a pandemia por Covid-19. Em “Sobrevivendo ao Século 21” (CRIBB, 2017), o autor afirma que a Terra e toda vida nela estão sendo saturados com substâncias químicas em um evento sem precedentes em toda a história do planeta. Anualmente, emitimos mais de 250 toneladas de substâncias químicas, uma avalanche tóxica que está prejudicando tudo o que é vivo no planeta (CRIBB, 2017). Parte desta poluição é transformada em poluição atmosférica, isto é, a contaminação do ar por agentes químicos ou biológicos que podem afetar a saúde dos humanos e outros seres vivos que respiram (OMS, 2022).

A Organização Mundial da Saúde reconhece o monóxido de carbono (CO), o dióxido de nitrogênio (NO₂), o ozônio (O₃), o dióxido de enxofre (SO₂), e as partículas sólidas, como os poluentes atmosféricos mais danosos a saúde humana (OMS, 2022). As partículas sólidas, podem ser divididas em dois grupos principais: PM 10 e PM 2.5. O PM10, ou material particulado grosseiro, é formado por partículas com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 10 micrômetros (µm). As PM10 podem ser vistas a olho nu, e são geralmente originadas de fontes naturais, como poeira do solo, pólen e sal marinho. O PM 2.5, ou material particulado fino, é formado por partículas com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 2,5 µm, não podem ser vistas a olho nu, e são geralmente originadas de fontes antropogênicas, como queima de combustíveis fósseis, emissões industriais e fumaça de incêndios. O material particulado, especialmente o PM2.5, é capaz de penetrar profundamente nos pulmões, entrar na corrente sanguínea, e causar problemas cardiovasculares, cerebrovasculares (AVC), complicações respiratórias e, como confirmado por pesquisas mais recentes, diabetes mellitus 2 e diabetes gestacional (DI *et al.*, 2017; HE *et al.*, 2017). Isso pois a poluição reduz a produção de insulina e provoca inflamações, o que impede o corpo de transformar a glicose em energia. De acordo com He *et al.* (2017), um a cada sete casos de diabetes é causado pela poluição do ar. Já o dióxido de nitrogênio está associado a doenças respiratórias, especialmente a asma. O aumento de sua concentração no ar leva a crises respiratórias (tosse, chiado, dificuldade de respirar), podendo levar à morte (BURTE; NADIF; JACQUEMIN, 2016; PACHECO *et al.*, 2021). A asma é uma das

doenças desencadeadas pela presença de poluentes no ar, e é também uma das doenças mais prevalentes no mundo (VIEGI *et al.*, 2020). Segundo a Associação Brasileira de Alergia e Imunologia, no Brasil a asma afeta 10% da população, sendo que na primeira idade, quando é mais frequente, afeta 20% das crianças e adolescentes, sendo responsável pelo óbito de cerca de 2000 pessoas por ano (ASBAI, 2016). Diversos estudos evidenciaram a associação entre o aumento da poluição atmosférica e as internações por doenças respiratórias e cardiovasculares (CHIARELLI *et al.*, 2011; FREITAS *et al.*, 2013; GOUVEIA; BREMNER; NOVAES, 2004).

No mundo, a OMS estima que a poluição do ar provocou, em 2015, a morte de 4,2 milhões de pessoas por acidente vascular cerebral, doenças cardíacas, infecções do trato respiratório inferior, e doenças pulmonares obstrutivas crônicas (OMS, 2022). O Relatório de Estatísticas sobre Saúde, apresentado em 2022 (OMS), apresenta detalhes sobre o lançamento de poluentes no ar, referente ao monitoramento de 6000 cidades distribuídas por 117 países mostrando que 99% da população mundial respira níveis insalubres de partículas finas e dióxido de nitrogênio, sendo as populações de média e baixa renda de países mais pobres as que sofrem maior exposição à poluição. Em países de alta renda, 17% das cidades tem ar com níveis de partícula acima do recomendado pela OMS (GROZETSKAYA; SHUTTERSTOCK, 2020; OMS, 2022).

No Brasil, o maior estudo realizado relacionando saúde pública à taxas de arborização (GLOBO, 2023), com 844 mães e seus bebês sendo avaliados, encontrou uma correlação inversa entre arborização e concentração de metais pesados nos cordões umbilicais de mães: quanto menos arborizados bairros, maiores as taxas de metais pesados como chumbo, mercúrio, arsênio. Os valores encontrados estão abaixo do limite indicado pela OMS, mas acima da média da população, e em uma fase preocupante por poder interferir no desenvolvimento do indivíduo. A poluição do ar, além dos impactos já conhecidos na saúde humana (relacionados aos sistemas respiratório e cardiovascular) também vem sendo cada vez mais associada a transtornos mentais (ZENG *et al.*, 2019). Birnbaum *et al.* (2016) associaram perda de inteligência, dislexia, TDAH à presença de arsênio, chumbo, manganês, metil mercúrio, inseticidas organoclorados, bifenilos policlorados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, bisfenos A, retardantes de chamas bromados e compostos perfluorados, pois essas substâncias químicas causam lesões no desenvolvimento do cérebro humano, através de toxicidade direta, ou de interações com o genoma. Roberts *et al.* documentaram tais impactos em estudo publicado na Psychiatry

Research (2019), em uma pesquisa envolvendo 284 crianças de 12 a 18 anos de idade, residentes da área urbana em Londres. A exposição de crianças de 12 anos à poluição foi associada ao aumento significativo das chances de transtorno depressivo aos 18 anos. O agravamento relacionado ao estresse excessivo também pode ser considerado como um dos principais problemas de saúde das sociedades industrializadas, acarretando altos custos à saúde pública e à economia (WEBER; TROJAN, 2018), sendo a distribuição equânime da arborização uma forma de combater o estresse de seus habitantes.

O Instituto Saúde e Sustentabilidade, utilizando os dados fornecidos pelas estações da Cetesb em 2015, mapeou os impactos dos poluentes na saúde da população da Região Metropolitana de Campinas (G1, 2017). Algumas cidades, Campinas entre elas, estão com a poluição do ar acima do considerado aceitável pela OMS, chegando a superar os índices da Região Metropolitana de São Paulo. O levantamento mensurou gases e partículas inaláveis, que quando lançados no ar, causam impactos à saúde. Segundo o instituto, a consequência da manutenção de tais níveis de poluição no estado de São Paulo será, até 2030, de 1 milhão de internações hospitalares, gerando gastos da ordem de R\$ 1,5 bilhão (em valores de 2011), e de 250 mil mortes precoces. Em Campinas, os veículos e a indústria são os principais causadores da poluição no ar. Mesmo em regiões bastante arborizadas, como no caso do bairro Taquaral, o índice de poluição ficou crítico por mais de três meses (G1, 2017).

Em 2014, Nowak *et al.* (2014), afirmou que as árvores removem a poluição do ar de duas formas: captura mecânica, com suas superfícies interceptando as partículas suspensas no ar, e pela absorção dos poluentes gasosos, através dos estômatos das folhas. Outro estudo realizado por Nowak *et al.* (2006) utilizando dados meteorológicos e concentração de poluição de hora em hora de várias cidades dos Estados Unidos, demonstrou que as árvores urbanas removem anualmente 711.000 toneladas de poluentes (O₃, PM₁₀, NO₂, SO₂, CO). Ao calcular o custo social da poluição removida (considerando impactos à saúde humana, ambientais e danos materiais), a economia proveniente do serviço ecossistêmico realizado pela arborização, no momento da realização da pesquisa, foi de 3,8 bilhões de dólares (NOWAK; CRANE; STEVENS, 2006). Já Manes *et al.* (2016), calcularam o valor economizado com a retirada do ar atmosférico de apenas O₃ e PM₁₀. O estudo, realizado nas maiores capitais italianas durante o ano de 2003, encontrou uma economia de 344 milhões de dólares.

1.4.3 Manejo da floresta urbana

Para a manutenção do patrimônio arbóreo é necessário um programa de manejo que inclua no seu planejamento, fertilização ou adubação, proteção contra insetos e doenças por meio do manejo integrado de pragas, supressão e plantio de árvores, e poda, sendo esta essencial para que, quando bem conduzida, possa reduzir doenças, bem como danos causados por vento, ataques de insetos, e conseqüentemente, aumentar a vida útil das árvores. A poda também é importante para aperfeiçoar a arquitetura da copa.

Apesar de existir uma crença popular de que as árvores devem ser podadas anualmente (advinda de técnicas agrônômicas de fruticultura, visando ao aumento da produção agrícola e facilitação de colheita), um plano de manejo da arborização urbana deve contemplar um ciclo de podas (número de anos que transcorre para podar todas as árvores urbanas) muito mais longo. Esta periodicidade pode ser, por exemplo, a cada 5 anos, ou seja, com 20% das árvores podadas anualmente. Esse planejamento pode ser ainda mais específico, com ciclos de 3 anos para árvores mais jovens, e de 7 anos para árvores adultas. Entretanto, esses são períodos genéricos pois a periodicidade ideal deve ser definida em função das informações coletadas pelo censo, ou inventário arbóreo, que levantam informações como espécies, idades, e condição da população de árvores. Características climáticas da região também devem ser consideradas. Em um levantamento sobre a gestão da arborização em várias comunidades norte americanas, “Municipal Tree Care and Management in the United States: A 2014 Urban & Community Forestry Census of Tree Activities” (HAUER; PETERSEN, 2016) foi verificado que a periodicidade média do ciclo de podas é de 6,6 anos e, a planejada, de 4,8 anos.

Existem vários tipos de podas, todas elas contemplando a retirada de galhos secos ou mortos, ou com doenças, evitando assim que agentes infecciosos presentes em tais galhos passem para o restante da estrutura. Os tipos de podas são: poda de formação, ou educação, que pode ser realizada em árvores jovens, com o objetivo de orientar a copa a se desenvolver de acordo com a forma desejada; poda de segurança, de pessoas e/ou bens, realizadas em árvores que crescem muito próximas a edifícios, ou quando há interferência visual e/ou física de passagem de pessoas ou veículos; e poda de manutenção ou limpeza, realizada para retirada de galhos enfraquecidos ou danificados por agentes externos (tempestades, ação humana). Isso evita que a área danificada sirva de porta de entrada de fungos, bactérias, ou insetos. Galhos desnecessários podem ser retirados para facilitar a

passagem de rajadas de vento pela copa, principalmente galhos em V, prevenindo quebras futuras. Também deve-se podar ramos em atrito evitando assim descascamento ou lesões. Segundo a Sociedade Internacional de Arboricultura, raramente uma poda deveria ser superior a 10% da copa em espécies de árvores de crescimento lento, e 25% da copa em espécies de crescimento rápido (ISA, 2011).

No levantamento bibliográfico não foi encontrado nenhum cálculo de referência da quantidade de engenheiros florestais necessários à uma municipalidade para gestão do seu patrimônio arbóreo. No entanto, em conversas informais com diversos profissionais durante o I Fórum de Paulista de Arborização Urbana (2023), todos eles afirmaram que o número de engenheiros agrônomos necessários para vistoriar e emitir laudos deve ser em torno de um profissional para cada 10 mil árvores. No caso de Campinas, caso a cidade obedecesse a Lei 11.571, possuindo um patrimônio arbóreo viário de 492.955 árvores (ALVAREZ *et al.*, 2015) o quadro mínimo seria de 50 engenheiros. Segundo o mesmo estudo, em 2015 a cidade possuía cerca de 127.367 indivíduos em calçadas, o que, segundo a proporção indicada pelos participantes do fórum, demandaria um quadro com 13 engenheiros a fim de atender apenas aos pedidos por vistorias requisitados pela população. Entretanto, segundo o Relatório de Atividades da Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, em 2018 a equipe técnica possuía apenas 7 engenheiros agrônomos (PREFEITURA, 2018).

A demora no atendimento de vistoria é mais um fator que aumenta o desgaste da população com o elemento arbóreo. Essa demora é agravada pela falta de conhecimento da população sobre quando é realmente necessária a intervenção. Segundo relato de técnico da prefeitura de São Paulo (G1, 2015), lá apenas 10% das intervenções requisitadas são de fato pertinentes. Durante a realização do censo e inventário apresentados no capítulo 3, foram diversas as interações com moradores que confirmaram o desejo de “se livrar” de árvores saudáveis, por entenderem que causavam transtornos como entupimento de calhas, pela elevação de calçamento, ou simplesmente por assustar em função do porte. Tal fato demonstra que, além do conjunto de ações técnicas necessárias à gestão do patrimônio arbóreo, como realização de censos arbóreos, implementação de Ciclo de Podas, criação e manutenção de quadro e estrutura de trabalho para técnicos habilitados, faz-se necessária disseminação de conteúdos sobre a arborização entre os munícipes.

Referências

- AGUIRRE JUNIOR, J. H. **Análise de censos da arborização viária do bairro cambuí, Campinas/SP (2007-2017)**. 2021. 48 f. Faculdade Integral Cantareira, 2021.
- AGUIRRE JUNIOR, J. H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas / SP: histórico, situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí**. 2008. 121 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
- ALVAREZ, I. A.; GALLO, B. C.; GARÇON, E. A. M.; OSHIRO, O. T. Street tree inventory of Campinas, Brazil: An instrument for urban forestry management and planning. **Arboriculture and Urban Forestry**, vol. 41, no. 5, p. 233–244, 2015. .
- ASBAI. Asma mata 2 mil pessoas por ano no Brasil. 2016. **28/6/2016**. Available at: <http://www.asbai.org.br/secao.asp?s=81&id=942>.
- BIRNBAUM; BALBUS; K., T. Marking a New Understanding of Climate and Health. **Environmental Health Perspectives**, vol. 124, no. 4, p. 19–21, 2016. DOI 10.1289/ehp.1611410. Available at: <https://ehp.niehs.nih.gov/doi/full/10.1289/ehp.1611410>.
- BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F. da. Situação da arborização viária da estância de Águas de São Pedro - SP. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, vol. 1, no. 3, p. 391–403, 2008. .
- BURTE, E.; NADIF, R.; JACQUEMIN, B. Susceptibility Factors Relevant for the Association Between Long-Term Air Pollution Exposure and Incident Asthma. **Current environmental health reports**, vol. 3, no. 1, p. 23–39, 2016. <https://doi.org/10.1007/s40572-016-0084-1>.
- CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C.; NEIRA, M. Global climate change: Implications for international public health policy. **Bulletin of the World Health Organization**, vol. 85, p. 235–237, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0042-96862007000300020>.
- CARTER, J. G.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; GUY, S.; HANDLEY, J.; KAZMIERCZAK, A. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. **Progress in Planning**, vol. 95, p. 1–66, 2015. DOI 10.1016/j.progress.2013.08.001. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.progress.2013.08.001>.

CHIARELLI, P. S.; AMADOR PEREIRA, L. A.; DO NASCIMENTO SALDIVA, P. H.; FERREIRA FILHO, C.; BUENO GARCIA, M. L.; FERREIRA BRAGA, A. L.; CONCEIÇÃO MARTINS, L. The association between air pollution and blood pressure in traffic controllers in Santo André, São Paulo, Brazil. **Environmental Research**, vol. 111, no. 5, p. 650–655, 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.04.007>. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935111001162>.

CRIBB, J. **Surviving the 21st century**. [S. l.]: Spring International, 2017.

CUNHA, F. R. da. Aplicação do programa i-Tree Hydro para avaliar os efeitos da cobertura arbórea na dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana. , p. 48, 2018. .

DI, Q.; M.S.; WANG, Y.; ZANOBETTI, A.; WANG, Y.; KOUTRAKIS, P.; CHRISTINE CHOIRAT, F. D.; SCHWARTZ, J. D. Air Pollution and Mortality in the Medicare Population. **N Engl J Med**, vol. 376, p. 2513–2535, 2017. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1702747>.

FREITAS, C. U. de; W., J.; LEON, A. P.; G, G.; SILVA, R.; GOUVEIA, N. Air pollution in Brazilian cities: selecting health impact indicators for surveillance. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, 2013. DOI 10.5123/S1679-49742013000300009. Available at: <http://www.observandosaopaulo.com.br/>. Accessed on: 20 Jan. 2024.

G1. Campinas, Paulínia e Americana superam poluição da Grande SP. 2017. Available at: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/campinas-paulinia-americana-e-piracicaba-superam-indices-de-poluicao-da-grande-sp.ghtml>.

G1. Saiba quando e como pedir poda e remoção de árvores em Campinas. 2015. Available at: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2015/11/saiba-quando-e-como-pedir-poda-e-remocao-de-arvores-em-campinas.html>. Accessed on: 3 Nov. 2023.

GAUC. **Guia Arborizacao Urbana de Campinas**. [S. l.]: Prefeitura Municipal de Campinas, 2007.

GLOBO. Seu bairro tem muitas árvores? Bebês que vivem em áreas arborizadas têm menor exposição a poluentes. 2023. Available at: https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2023/11/30/bebes-de-maes-que-vivem-em-bairros-com-poucas-arvores-tem-chumbo-e-mercurio-no-cordao-umbilical-revela-novo-estudo.ghtml?utm_source=aplicativoOGlobo&utm_medium=aplicativo&utm_campaign=compartilhar.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S. A.; NOVAES, H. M. D. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. **Journal of Epidemiology & Community Health**, vol. 58, no. 1, p. 11–17, 2004. DOI 10.1136/jech.58.1.11. Available at: <https://jech.bmj.com/content/58/1/11>.

GROZETSKAYA, T.; SHUTTERSTOCK, /. The Global Health Cost of Ambient PM_{2.5}. □ Air Pollution Spaeth Hill. 2020. Available at: www.worldbank.org. Accessed on: 20 Jan. 2024.

HAUER, R.; PETERSEN, W. **Municipal Tree Care and Management in the United States: A 2014 Urban & Community Forestry Census of Tree Activities**. [S. l.: s. n.], 2016.

HE, D.; WU, S.; ZHAO, H.; QIU, H.; FU, Y.; LI, X.; HE, Y. Association between particulate matter 2.5 and diabetes mellitus: A meta-analysis of cohort studies. **Journal of Diabetes Investigation**, vol. 8, no. 5, p. 687–696, 2017. DOI <https://doi.org/10.1111/jdi.12631>. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jdi.12631>.

INCROPERA, F. P. **Climate Change: A Wicked Problem: Complexity and Uncertainty at the Intersection of Science, Economics, Politics, and Human Behavior**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316266274>.

IPBES. **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystems**. [S. l.: s. n.], 2019. <https://doi.org/10.1111/padr.12283>.

IPCC. **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis**. **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis**, 2021. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

ISA. Pruning Mature Trees. **International Society of Arboriculture**, , p. 2, 2011. Available at: http://www.treesaregood.com/treecare/resources/pruning_maturetrees.pdf.

KO, B. Y.; ROMAN, L. A.; MCPHERSON, E. G.; LEE, J. Does Tree Planting Pay Us Back? Lessons from Sacramento, CA. **Arborist News**, no. July, p. 50–54, 2016. .

LIMA, S. B. S. **Os jardins de Campinas: o surgimento de uma nova cidade (1850-1935)**. 2000. 180 f. Pontifícia Universidade Católica de Campinas 2000. 180 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), 2000.

LOMBARDO, M. A.; JESUS, B. L. P. de; FRUEHAUF, A. L. Vulnerabilidade aos riscos sócio ambientais na região metropolitana de São Paulo - Brasil. **Multidimensão e territórios de risco**, p. 489–493, 2014. DOI 10.14195/978-989-96253-3-4_84. Available at: http://dx.doi.org/10.14195/978-989-96253-3-4_84. Accessed on: 6 May 2022.

MANES, F.; MARANDO, F.; CAPOTORTI, G.; BLASI, C.; SALVATORI, E.; FUSARO, L.; CIANCARELLA, L.; MIRCEA, M.; MARCHETTI, M.; CHIRICI, G.; MUNAFÒ, M. Regulating Ecosystem Services of forests in ten Italian Metropolitan Cities: Air quality improvement by PM10 and O3 removal. **Ecological Indicators**, vol. 67, no. 2016, p. 425–440, 2016. DOI 10.1016/j.ecolind.2016.03.009. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.009>.

MANFRIM, D. C. B.; ANGÉLICO, T. dos S.; SILVA FILHO, D. F. da. O que dizem os inventários sobre as árvores urbanas das cidades que originalmente eram ocupadas por florestas tropicais? **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, vol. 11, 2023. Available at: <https://doi.org/10.17271/23188472118420233642>.

NICOLAS, S.; JOUET, E.; LIOGER, B. Urgence climatique et santé durable : quel rôle pour un interniste ? **La Revue de Médecine Interne**, vol. 42, no. 12, p. 821–824, 1 Dec. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.REVMED.2021.09.004>.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E.; STEVENS, J. C. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. **Urban Forestry & Urban Greening**, vol. 4, no. 3, p. 115–123, 2006. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866706000173>.

NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; BODINE, A.; GREENFIELD, E. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. **Environmental Pollution**, vol. 193, p. 119–129, 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114002395>.

OMS. **World health statistics 2022 (Monitoring health of the SDGs)**. [S. l.: s. n.], 2022. Available at: <http://apps.who.int/bookorders>.

ONU. **ONU declara que meio ambiente saudável é um direito humano**. [S. l.: s. n.], 2022. Available at: <https://brasil.un.org/pt-br/192608-onu-declara-que-meio-ambiente-saudavel-e-um-direito-humano#:~:text=A Assembleia Geral das Nações Unidas declarou nesta quinta-feira,alarmante declínio do mundo natural.>

ONU, U. N. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. [S. l.: s. n.], 2015. Available at: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>.

PACHECO, S. E.; GUIDOS-FOGELBACH, G.; ANNESI-MAESANO, I.; PAWANKAR, R.; D'AMATO, G.; LATOUR-STAFFELD, P.; URRUTIA-PEREIRA, M.; KESIC, M. J.; HERNANDEZ, M. L. Climate change and global issues in allergy and immunology. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, vol. 148, no. 6, p. 1366–1377, 2021. DOI 10.1016/j.jaci.2021.10.011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.10.011>.

PREFEITURA, C. **Relatório de Atividades da Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.: s. n.], 2018.

ROBERTS, S.; ARSENEAULT, L.; BARRATT, B.; BEEVERS, S.; DANESE, A.; ODGERS, C. L.; MOFFITT, T. E.; REUBEN, A.; KELLY, F. J.; FISHER, H. L. Exploration of NO₂ and PM_{2.5} air pollution and mental health problems using high-resolution data in London-based children from a UK longitudinal cohort study. **Psychiatry Research**, vol. 272, p. 8–17, 1 Feb. 2019. <https://doi.org/10.1016/J.PSYCHRES.2018.12.050>.

ROGERS, K.; SACRE, K.; GOODENOUGH, J.; DOICK, K. **Valuing London's Urban Forest**. [S. l.: s. n.], 2015.

SANTAMOUR, F. S. Trees for urban planting: Diversity, Uniformity, and Common Sense. **Proceedings of the Seventh Conference of The Metropolitan Tree Improvement Alliance**, vol. 7, p. 57–65, 1990. .

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): Mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação**. 1999. 185 f. Universidade Estadual de Campinas, 1999.

SERRÃO, S. M. Para além dos domínios da Mata: Uma discussão sobre o processo de preservação da Reserva da Mata Santa Genebra, Campinas SP. , p. 251, 2002. Available at: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253475>.

SILVA, L. F. da. **Interceptação da chuva nas espécies de Sibipiruna (Caesalpinia pluviosa DC .) e Tipuana (Tipuana tipu O . kuntze)**. 2008. 60 f. 2008.

TUAN, Y. TUAN, Yi-Fu. Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. **Londrina: Eduel**, , p. 2012. ISBN: 978-7216-627–0, 2012. .

VIEGI, G.; MAIO, S.; FASOLA, S.; BALDACCI, S. Global Burden of Chronic Respiratory Diseases. **Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery**, vol. 33, no. 4, p. 171–177, 2020. DOI 10.1089/jamp.2019.1576. Available at: <https://doi.org/10.1089/jamp.2019.1576>.

WANG, W.; WANG, H.; XIAO, L.; HE, X.; ZHOU, W.; WANG, Q.; WEI, C. Microclimate regulating functions of urban forests in changchun city (North-east China) and their associations with different factors. **IForest**, vol. 11, no. 1, 2018. <https://doi.org/10.3832/ifor2466-010>.

WANG, Y.; AKBARI, H. The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. **Sustainable Cities and Society**, vol. 27, no. 2016, p. 122–128, 2016. DOI 10.1016/j.scs.2016.04.013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.013>.

WEBER, A. M.; TROJAN, J. The Restorative Value of the Urban Environment: A Systematic Review of the Existing Literature. **Environmental Health Insights**, vol. 12, p. 1–13, 2018. DOI 10.1177/1178630218812805. Available at: <https://doi.org/10.1177/1178630218812805>. Accessed on: 20 Jan. 2024.

WELZER, H. **Guerras climáticas**. [*S. l.: s. n.*], 2012.

ZHOU, X.; WANG, Y. C. Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. **Landscape and Urban Planning**, vol. 100, no. 3, p. 268–277, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.013>.

2 O QUE DIZEM OS INVENTÁRIOS SOBRE AS ÁRVORES URBANAS DAS CIDADES QUE ORIGINALMENTE ERAM OCUPADAS POR FLORESTAS TROPICAIS?

2.1 Introdução

As árvores urbanas proporcionam à população das cidades sombra, ar fresco, frutas, bem-estar mental e físico, valorização de imóveis, alimentação e suporte à fauna, interceptação da água pluvial e mitigação dos impactos das mudanças climáticas (FAO, [s. d.]). Seu papel no sequestro e armazenamento do carbono atmosférico também ajuda a mitigar os impactos ambientais do processo de urbanização (NOWAK; CRANE, 2002), o que, por meio da fragmentação das florestas tropicais originais e da introdução de espécies exóticas, causou problemas como perda de diversidade e funcionalidade das árvores urbanas (HUNTE *et al.*, 2019; PYLES *et al.*, 2020). Considerando as árvores suprimidas e as implantadas durante esse processo, as árvores urbanas da floresta urbana contemporânea representam a riqueza de espécies das florestas originais?

Para responder a esta pergunta, foi realizada uma revisão de estudos científicos baseados em inventários de árvores de vias em cidades brasileiras, uma vez que a informação principal que é coletada de forma recorrente nos inventários é a composição de espécies. O inventário de árvores urbanas permite quantificar e qualificar os aspectos estruturais das árvores, sua distribuição espacial e temporal da vegetação arbórea na paisagem urbana, e os benefícios que as árvores urbanas fornecem (MCPHERSON; VAN DOORN; DE GOEDE, 2016).

Típicamente, um inventário de árvores urbanas pode ser feito pela contagem e identificação de todas as árvores de uma área (censo) ou por meio de uma amostragem de áreas selecionadas. O inventário amostral permite identificar padrões e detectar tendências a partir de uma amostra com um nível de precisão aceitável. O tipo do inventário por amostragem é classificado como: amostragem aleatória simples; amostragem por cluster; amostragem sistemática; e amostragem estratificada, dependendo do método de seleção e da distribuição das unidades amostrais (KOHL, 2004; SOARES F.; SOUZA, A.L., 2011). O censo é financeiramente viável em cidades pequenas. Optar pelo inventário amostral pode ser vantajoso porque os recursos (pessoal, dinheiro) necessários para contar todas as árvores podem ser realocados para atualizar as informações em futuros inventários (JAENSON *et al.*, 1992).

Geralmente, o inventário de árvores urbanas é realizado em etapas: (1) escolha do mapa-base ou imagem aérea; (2) estabelecimento da unidade amostral (rua ou quarteirão) e tamanho da amostra; (3) estabelecimento dos parâmetros qualitativos e quantitativos das árvores e do ambiente circundante; (4) coleta e processamento das informações em fichas de campo e bancos de dados. A escolha do método de levantamento depende da disponibilidade de tempo e recursos financeiros, bem como do objetivo do inventário: registro da vegetação, um plano para incremento de árvores, ou gestão da arborização (MACO; MCPHERSON, 2003; MILANO; DALCIN, 2000; TAIT et al., 2009).

Considerando a necessidade de saber se a flora brasileira é representada na composição de espécies de árvores urbanas, foi proposta uma revisão sistemática para elucidar questões como: Como os inventários de árvores urbanas foram realizados? Quais resultados encontraram? As árvores de rua refletem atualmente a riqueza de espécies características das florestas primárias do Brasil? Como as informações do inventário de árvores de rua pré-existentes poderiam contribuir para o manejo de árvores urbanas e o incremento da biodiversidade da floresta urbana? Assim, espera-se encontrar informações sobre a composição de espécies de árvores de rua brasileiras e contribuir para gestores e tomadores de decisão na seleção de espécies em novos programas de plantio.

2.2 Material e Métodos

Inicialmente foram selecionados artigos científicos revisados por pares, publicados em português e inglês entre 1999 e 2021 em revistas nacionais e internacionais indexadas nas bases de dados Science Direct, Scopus, Periódicos CAPES e CAB Abstracts. Foram excluídas seções de livros, teses e trabalhos de conferências. Para tanto, foram buscados os seguintes termos em inglês: inventory, tree, arboreal ou arboreum, street, urban, city, country, survey, e suas variações ortográficas possíveis. Não foi necessário incluir o termo "Brasil" porque um dos filtros da pesquisa foi a localização do estudo.

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos de acordo com as recomendações de Pullin e Stewart (PULLIN; STEWART, 2006). Foram considerados exclusivamente estudos baseados em inventário de árvores de vias ou estudos baseados em inventários arbóreos pré-existente. Primeiro, foram selecionados títulos e resumos e removemos duplicatas. Em seguida, excluídos artigos ilegíveis, ou seja, estudos baseados em um censo de praças e inventários de árvores em campus universitário e fragmentos de florestas urbanas. Depois de lidos os textos na íntegra dos artigos elegíveis, foram

identificadas as informações relevantes e compilados os objetivos, o conteúdo das seções "material e métodos", "resultados" e "discussão", e as recomendações sugeridas pelos autores, usando planilhas do Excel para facilitar sua visualização, análise e compreensão.

2.3 Resultados

Inicialmente foram encontrados 322 artigos nas 4 bases de dados consultadas e selecionados 275 após a remoção das duplicatas. Em seguida, enfocados aqueles relacionados ao tema da floresta urbana. Primeiro, avaliando o título, depois o resumo e, por fim, o artigo completo, selecionando, respectivamente, 88, 42 e 27 artigos. A Figura 3 apresenta a estratégia de busca e o número de artigos selecionados em cada fase.

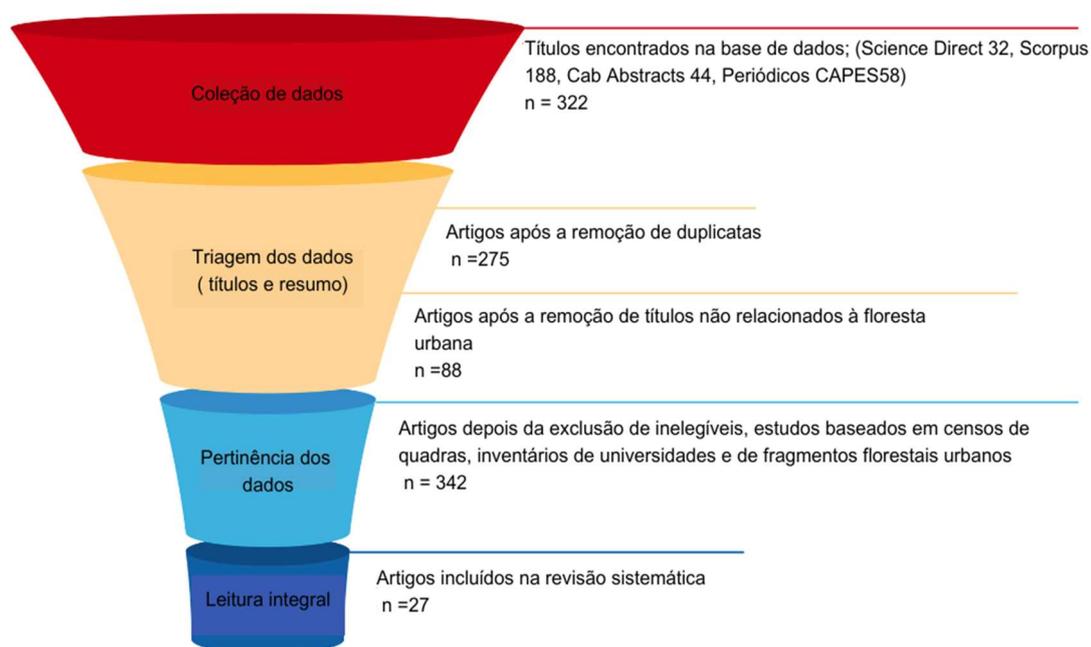


Figura 3. Estratégia de pesquisa e número de artigos selecionados. Fonte: A autora (2023).

2.3.1 Estudos brasileiros baseados em inventários de árvores

A Figura 4 apresenta o número de artigos encontrados publicados anualmente de 1999 a 2021. Os artigos publicados antes de 2008 não foram encontrados nesta revisão sistemática. Além disso, a Figura 4 resume as revistas em que os artigos selecionados foram publicados. Dos 27 SBSTI, 25 foram publicados em revistas nacionais e 2 em revistas internacionais (Urban Ecosystem e Arboriculture & Urban Forestry).

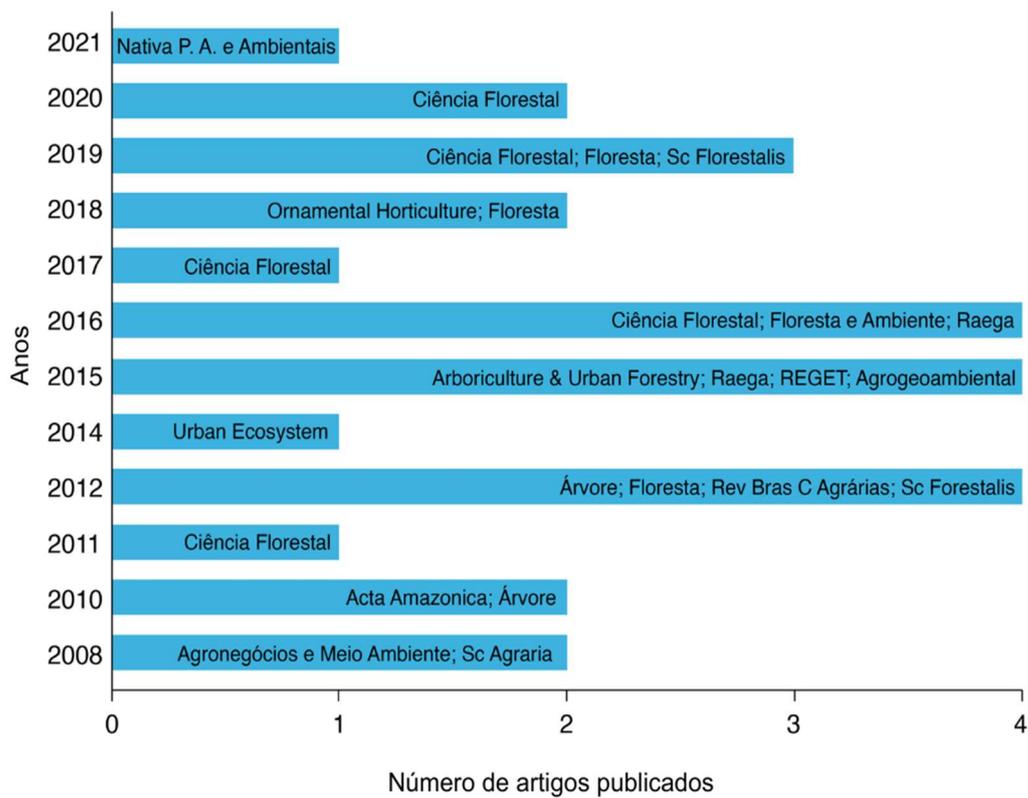


Figura 4. Número de artigos publicados por ano e publicações por periódico. Fonte: A autora (2023)

A Figura 5 mostra que a maioria dos estudos foi realizada nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para as cidades dos estados do Paraná e São Paulo. A região Norte foi a menos representada.



Figura 5. Mapa do Brasil mostrando as vinte sete cidades brasileiras onde foram realizados os estudos seleccionados. Fonte: Centro de Métodos quantitativos – CMQ/USP (2023).

A Tabela 1 apresenta uma lista das cidades onde os inventários de árvores de vias dos estudos analisados foram realizados. A Tabela 2 resume o conteúdo relevante das seções "objetivo", "material e métodos", "resultados" e "discussão" e as recomendações dos autores.

Tabela 1. Cidades onde foram realizados os inventários de árvores de vias dos estudos analisados. Os números referem-se à localização das respectivas cidades no mapa (Figura 5)

Norte	Sudeste	Sul
1-Monte Alegre - PA	9-Alfenas - MG	25-Ampére - PR
2-Santarém - PA	10-Cataguases - MG	26-Cafeara - PR
3-Macapá - AM	11-Guaxupé	27-Curitiba - PR
4-Palmas - TO	12-Itajubá	28-Maringá - PR
Nordeste	13-Juiz de Fora - MG	29-Pato Branco - PR
5-Beberibe - CE	14-Passa Quatro - MG	30-São Tomé - PR
6-Cascavel - CE	15-Três Corações - MG	31-São Gabriel - PR
7-Fortaleza - CE	16-Nova Iguaçu - RJ	Centro oeste
8-João Pessoa - CE	17-Águas de São Pedro - SP	32-Bonito - MT
	18-Americana - SP	33-Alta Floresta - MT
	19-Campinas - SP	34-Carlinda - MT
	20-Itanhaém - SP	35-Nova Monte Verde - MT
	21-Salto de Pirapora - SP	36-Itajubá - MG
	22-São José dos Campos - SP	
	23-São Paulo - SP	
	24-Tietê - SP	

Fonte: A autora, 2023.

Dos 27 artigos, 37% realizaram censo, 52% inventários e 11% executaram ambos, o censo para quantificação e o inventário para qualificação das árvores. Seis artigos compararam dados de inventários preexistentes com novos inventários; 12 adotaram ruas como unidades amostrais e 4 escolheram quadras; 11 realizaram geoprocessamento de imagens; 10 preencheram planilhas de campo com informações sobre árvores e locais; 3 usaram fotografias e 5 coletaram ramos para identificação botânica. Os autores obtiveram e analisaram dados usando ArcGis, WorldView-2, Google Street View e XLStat® free trial, Excel, BioEstat 4.0.

Dos 27 artigos analisados, 24 informaram o número total de árvores, e 5 calcularam o número de árvores por quilômetro de rua ou calçada. O número de espécies foi mencionado em 74% dos artigos. Os artigos que não informaram o número de espécies normalmente eram baseados em sensoriamento remoto. A espécie mais abundante foi informada em 66,7% dos artigos. O número de famílias botânicas foi informado por 37% dos SBSTI e a família mais abundante foi informada por 29% dos artigos. A origem das espécies foi informada em 52% dos artigos analisados, 35,7% dos quais diferenciavam as espécies brasileiras das locais.

Em três artigos os autores analisaram o espaço disponível para o desenvolvimento das árvores. Conflitos entre as árvores de rua e a fiação elétrica foram observados em 5 estudos, e conflitos com os equipamentos urbanos apareceram em 8 estudos. Por fim, problemas como crescimento excessivo das raízes foram mencionados em 4 artigos. As recomendações mais feitas pelos autores foram: elaborar um plano de manejo de árvores, citado em 12 artigos; elaborar um plano de florestamento urbano, por 11 estudos; priorizar

o plantio de espécies nativas, por 10 estudos; e conduzir atividades de educação ambiental, por 6 estudos.

Outras recomendações apareceram apenas uma vez no conjunto de estudos desta revisão sistemática: remoção de espécies exóticas invasoras; registro sistemático; monitoramento sistemático; escuta dos moradores; supervisão de podas; constituição de um plano de arborização; produção de mudas de espécies adequadas; uso da geotecnologia para coleta de dados; implementação de fiação elétrica e iluminação alternativas; substituição de indivíduos doentes e mortos; uso da área da copa e do índice de desempenho da espécie (SPI) como parâmetros para avaliar a relevância das espécies.

Tabela 2. Conteúdo relevante dos artigos selecionados para análise

Objetivo	Avaliação dos métodos de amostragem das árvores Conservação da biodiversidade Gerenciamento da arborização Planejamento Valorização histórica e cultural da arborização	Objetivos específicos: - Avaliar a influência do espaçamento do plantio no índice de diversidade - Análise da riqueza de espécies para a conservação da biodiversidade da flora urbana - Entender a relação entre árvores e arquitetura - Demonstrar o potencial de uso de espécies nativas ornamentais - Determinar os índices de ecologia da paisagem - Identificar conflitos entre árvores e seu entorno - Investigar serviços ecológicos - Remediação árvores viárias para analisar a dinâmica do componente arbóreo - Prover informação para a realização do Plano Diretor - Verificar a viabilidade de censos produzidos por imagens aéreas
Material e Métodos	Amostragem por rua Amostragem por quadra Amostragem aleatória Amostragem estratificada Determinação de intensidade da amostragem Censo Estudo baseado em inventário pré-existente Imagem georreferenciada Mapa físico Mapeamento com informação da arborização Questionário Sensoriamento remoto	Informação coletada: - Cálculo de índices fisiológicos - Identificação botânica - Dados alométricos - Diversidade - Índices de frequência - Caracterização do entorno
Resultados e discussão	Abundância e riqueza das espécies Adequação do espaço ao plantio e desenvolvimento da árvore Coeficiente de Gini Performance de crescimento e condição fitossanitária Poda inadequada Número de árvores per capita Presença de fauna nas árvores urbanas Presença de árvores frutíferas Presença de manilhas de concreto Posição de plantio na calçada	
Recomendações	Ações de educação ambiental Aumento da diversidade das espécies Cuidado fitossanitário Intervenção e gerenciamento Monitoramento arbóreo Planejamento de plantio Substituição das redes de transmissão elétrica tradicionais por redes subterrâneas Uso de geolocalização para mapeamento das árvores	

Fonte: A autora, 2023.

2.3.2 Métodos de inventário e resultados relevantes

Alvarez *et al.* (2015) utilizaram dois métodos para realizar o inventário em Campinas, Estado de São Paulo. O primeiro método utilizou imagens aéreas e o segundo verificou os dados em campo. Em ambos os casos, a equipe era formada por 4 pesquisadores e foram necessárias 90 horas para completar as duas fases. Comparativamente, levaria 1500 horas para fazer o mesmo levantamento trabalhando somente em campo. Além disso, este foi o único artigo a apresentar o coeficiente de Gini, um índice que indica a relação entre a cobertura de copa e o status socioeconômico da população. Da mesma forma, Lima Neto *et al.* (2012) e Castro *et al.* (2016) também compararam dados obtidos através dos mesmos dois métodos, trabalho de campo e imagens de geoprocessamento, para verificar a eficiência do segundo. Da mesma forma, os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente relevante entre o método convencional e o SIG (Sistema de Informação Geográfica).

Alguns desafios foram enfrentados por Lima Neto *et al.* (2012) ao executar este inventário de árvores utilizando imagens de geoprocessamento. Os autores relataram que mudas e árvores pequenas eram difíceis de detectar, exigindo um registro prévio para evitar a representação inadequada desse tipo de planta durante o processamento das imagens. Segundo os autores, a copa das árvores de propriedades privadas foi confundida com as públicas e o oposto também ocorreu, sugerindo realizar uma coleta de dados convencional e adicionar coordenadas geográficas para evitar esse problema. Eles relataram que as sombras dos edifícios e a fase fenológica das árvores também interferiram no contorno da copa das árvores.

Bobrowski *et al.* (2016) propuseram duas formas de descrever a representação de espécies - expressa pelo Índice de Valor de Importância (IVI) - na composição das árvores viárias. A primeira utilizou a cobertura da copa em vez do diâmetro da árvore, de modo que a importância da espécie foi consequência da área de sombra que ela proporcionou, ou seja, o serviço florestal prestado. A segunda utilizou o Índice de Desempenho da Espécie (SPI) - índice baseado na abundância, cobertura da copa e condição geral da árvore - em vez da dominância da espécie. Segundo os autores, o SPI ofereceu uma expressão mais confiável do Índice de Valor de Importância, uma vez que a estabilidade estrutural dos indivíduos arbóreos que representam cada espécie também determinou sua importância. O estudo de Bobrowski e Biondi (2012a) foi baseado em um inventário florestal produzido em 1984 em Curitiba, Paraná. Os autores avaliaram a composição de espécies das mesmas

parcelas amostrais do inventário anterior, comparando as árvores relatadas em 1984 com as árvores existentes em 2010. Eles verificaram a similaridade relativa entre as unidades amostrais, ou seja, o padrão das espécies praticamente permaneceu no plantio de árvores nesse período. Além disso, eles relataram a ocorrência de árvores de diferentes idades, ou seja, com a presença de indivíduos jovens, maduros e adultos.

Por fim, Bobrowski e Biondi (2012b) verificaram a influência do espaçamento de plantio na riqueza de espécies e no índice de diversidade. Os autores verificaram que o espaçamento entre as árvores influenciou os índices de riqueza, já que a redução no número de indivíduos enfatizou o peso do número de indivíduos de cada espécie nesse valor.

2.3.3 O que os inventários dizem sobre as árvores viárias

Quanto à estrutura das árvores de vias nos estudos analisados, Almeida et al. (2010) encontraram 47,7, 52,3 e 56 árvores por quilômetro de calçada em 3 cidades do estado do Mato Grosso. Alvarez et al. (2015) obtiveram 24,8 árvores/km para Campinas, estado de São Paulo; Locastro et al. (2015) encontraram 172 e 145 por quilômetro de calçada para duas avenidas de Maringá, estado do Paraná. Maria et al. (2019) encontraram 21 árvores por quilômetro de calçada em Itanhaém, estado de São Paulo, e Rossetti et al. (2010) encontraram 25,85 árvores por quilômetro de rua na cidade de São Paulo. Castro et al. (2016) obtiveram 0,07 árvores por habitante para Macapá, estado do Amapá, e Moro e Westerkamp (2011) obtiveram 10,8 e 13,4 árvores por habitante para Fortaleza, estado do Ceará.

Alguns autores (BENATTI et al., 2012; EDSON-CHAVES et al., 2019; ZAMPRONI et al., 2018) encontraram uma predominância de árvores de pequeno porte. O número de espécies variou de 12 a 219. *Ficus benjamina*, *Cenostigma pluviosum* (sibipiruna) e *Licania tomentosa* (oiti) foram as três espécies mais frequentes, e *Ficus benjamina* foi citada como a espécie mais abundante em 22% dos 18 artigos que relataram a frequência da espécie. O número de famílias botânicas variou de 7 a 47. A família mais abundante foi a *Fabaceae* (37,5%). As cidades do estado do Ceará apresentaram o maior percentual de exóticas, ou seja, 98% (EDSON-CHAVES et al., 2019) e 95% (MORO; WESTERKAMP, 2011), ao contrário de Palmas, com apenas 33,17% de exóticas e 51,28% de espécies locais (PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020).

Quanto ao desenvolvimento das árvores de vias, Castro et al. (2016) avaliaram a condição fitossanitária e informaram que 35% das árvores estudadas estavam mortas ou em condições ruins e regulares em Macapá; Bortoleto e Silva Filho (2008) e Benatti (2012) observaram podas inadequadas. Bortoleto e Silva Filho (2008) observaram *Ficus benjamina* e *Caesalpinia peltophoroides* (atualmente *Cenostigma pluviosum*) como as espécies predominantes na Estância Turística Águas de São Pedro, estado de São Paulo. Ainda com base no desempenho das árvores, espécies nativas como *Astronium fraxinifolium*, *Tapirira guianensis*, *Himatanthus drasticus* e *Andira surinamensis* foram recomendadas como potencialmente adequadas para uso em larga escala em paisagens urbanas (MORO; CASTRO, 2015).

Dois dos três artigos que mediram o espaço disponível para o desenvolvimento das árvores mostraram que a maioria dos locais avaliados também eram inadequados (LOBATO et al., 2021; SILVA et al., 2008) Dois dos 5 estudos que mencionaram conflitos entre árvores de rua e fiação elétrica mediram a ocorrência do conflito: 44,89% (PAULA et al., 2014) e 14,4% (BACELAR et al., 2020). Dois dos 8 estudos que mencionaram conflitos com equipamentos urbanos informaram a porcentagem de ocorrência: 29,82% (BORTOLETO; DA SILVA FILHO, 2008) e 34,71% (PAULA et al., 2014). *Ficus benjamina* e *Poincianella pluviosa* (atualmente *Cenostigma pluviosum*) foram frequentemente apontadas como a principal causa de danos às calçadas (BENATTI et al., 2012; BORTOLETO; DA SILVA FILHO, 2008; LOCASTRO; DE ANGELIS, 2015).

2.4 Discussão

Para entender a composição de espécies de árvores de rua no Brasil buscou-se responder as seguintes questões: Como os inventários de árvores de rua foram realizados? Quais resultados encontraram? Seria possível supor que as árvores de rua refletem atualmente a riqueza de espécies características das florestas primárias do Brasil? Como esses inventários contribuem para o manejo das árvores urbanas?

Em primeiro lugar, é importante mencionar que foi necessário consultar várias bases de dados durante a pesquisa porque o número de registros obtidos nas primeiras buscas foi menor do que o esperado. Uma explicação seria que os artigos publicados na Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – REVSBAU, considerados relevantes para a Arborização Urbana no Brasil, não estão incluídos nos registros das bases de dados consultadas. Santos *et al.* (2021), que apresentara uma revisão sistemática de estudos baseados em tecnologia para a caracterização de árvores urbanas, também

observaram que muitos estudos brasileiros não foram catalogados nas bases de dados usuais. Esta revisão sistemática, apesar de cobrir 21 anos de pesquisa, quase uma geração em conteúdo científico, incluiu apenas 27 artigos. No entanto, atualmente existem 5570 cidades no Brasil (IBGE, 2022). Existem inúmeras pesquisas baseadas em inventários de árvores urbanas que não foram incluídas neste trabalho porque não foram publicadas em revistas catalogadas em bases internacionais. Tais bases são constituídas apenas por revistas que implementam um rigoroso processo de publicação de artigos, e por essa razão, foi priorizado selecionar apenas os trabalhos que atingiram esse rigor. A não publicação desses estudos em revistas reconhecidas acarreta em menor conhecimento sobre o patrimônio arbóreo. Assim, foi identificada a necessidade de ampliar a disseminação do conhecimento sobre as árvores de vias de cidades brasileiras e publicar estudos nacionais em revistas revisadas por pares reconhecidos, ganhando maior rigor científico e visibilidade.

Além disso, o custo e o tempo para realizar um inventário de árvores urbanas podem ser outra explicação para o pequeno número de estudos encontrados nesta revisão sistemática (ALVAREZ et al., 2015). O patrimônio cultural do Brasil colonial influenciou a forma como os tomadores de decisão gastam recursos para o inventário de árvores urbanas. Em uma colônia de exploração como o Brasil, as florestas tropicais – cuja característica original é a ocupação densa por indivíduos arbóreos e alta biodiversidade – foram vistas como uma barreira a ser superada para a ocupação e exploração do território para fins econômicos (SERRÃO, 2002). Aparentemente, a população urbana atual e os gestores públicos não consideram as árvores um legado que deve ser bem conhecido e preservado. Embora a Constituição Federal do Brasil (BRASIL, 1988) proclame o direito do cidadão a um ambiente saudável e equilibrado, as ações para o incremento e manutenção da vegetação urbana não refletem esta afirmação na maioria dos municípios brasileiros. Portanto, a valorização de um serviço ou produto, como um inventário, depende da relevância que é dada ao patrimônio que ele preserva.

Em termos de distribuição geográfica, foi observado que a maioria dos estudos foi realizada em cidades nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Essa tendência de regionalização provavelmente se deve ao número de instituições de pesquisa e à produtividade científica dessas instituições nessas regiões (JOSÉ; SIDONE; HADDAD, 2016; SEMESP, 2020).

Como foram feitas as pesquisas? Quais resultados consideramos mais importantes?

Os estudos baseados em tecnologias de sensoriamento remoto incluídos nesta revisão confirmaram a eficácia desta ferramenta para otimizar o tempo e o custo de realização de um inventário. Tait et al. (2009), Alvarez et al. (2015) e Jung (2016) propuseram metodologias alternativas usando imagens aéreas e software de acesso livre para obter imagens georreferenciadas a um custo relativamente menor em comparação com as metodologias convencionais para determinar a estrutura da floresta urbana. Apesar dessa vantagem, considera-se que nem todas as informações necessárias para conhecer e gerir o patrimônio arbóreo podem ser obtidas exclusivamente por meio de imagens aéreas. O trabalho de campo é essencial, mas pode ser feito de forma mais direcionada e assertiva se usado como complemento ao sensoriamento remoto.

As informações mais coletadas nos estudos analisados foram o número de indivíduos e a frequência de espécies: alguns autores destacaram as espécies mais frequentes, enquanto outros indicaram o grupo de espécies mais frequente e a porcentagem que este grupo representa no número total de árvores inventariadas. Isso permite afirmar que a composição de espécies foi a principal informação nos artigos analisados.

Foi observado que o termo "censo" foi adotado em alguns artigos mesmo quando este método foi usado apenas em parte do inventário. Locastro et al. (2015) optaram por estudar apenas duas avenidas de Maringá, estado do Paraná, e mesmo assim consideraram isso um censo. Por outro lado, Zamproni et al. (2018) referiram adequadamente o censo como a contagem de todas as árvores na cidade de Bonito e o inventário ao qualificá-las por amostragem. Uma variedade de abordagens e diferenças no uso de terminologias tornou difícil encontrar interseções de conteúdo, bem como fornecer uma visão geral do "estado da arte" deste tópico.

Em alguns dos estudos analisados, os métodos foram relatados como objetivo. Talvez por essa razão, a realização de uma pesquisa qualitativa ou quantitativa tenha sido o "objetivo" mais listado. Tentou-se examinar os objetivos reais para cada um desses casos e repensar como essas informações podem ser melhor compreendidas. Tomando conhecimento da cobertura arbórea existente a partir do levantamento quantitativo e se essa avaliação for realizada novamente, é possível construir uma linha do tempo para saber se há uma diminuição ou aumento na densidade arbórea das ruas e, em seguida, indicar a necessidade de novos plantios para alcançar as metas de cobertura arbórea desejadas.

Na pesquisa qualitativa, a quantidade de árvores também é considerada, mas requer amostras menores para compensar o tempo exigido em um levantamento mais

preciso. A maioria dos artigos incluídos nesta revisão sistemática realizou pesquisa qualitativa. No entanto, essa descoberta não significa que houve uma maior disponibilidade de recursos e tempo para um tipo de tarefa que forneceu informações mais detalhadas. Os estudos qualitativos, embora realizados em amostras pequenas, fornecem algumas informações que tornam possível antecipar futuros acidentes causados pela queda de árvores, situações que causam má reputação para a administração municipal.

A melhor prática a ser adotada – Novas diretrizes complementa as às antigas

Para resumir, foi observado que o uso do método SIG foi repetidamente recomendado para obter praticidade na realização de inventários contínuos. Apesar de ter mostrado ser estatisticamente eficiente em todos os estudos em que foi adotado (ALVAREZ et al., 2015; CASTRO, H. S.; DIAS, T. C. A. C.; AMANAJÁS, 2016; LIMA NETO et al., 2012), o método baseado em sensoriamento remoto ainda não parece ser amplamente utilizado em inventários públicos de árvores, uma vez que não foi mencionado em artigos publicados após 2016, incluídos nesta revisão.

Não foi observado aumento ou diminuição no número de levantamentos baseados em inventários de árvores urbanas para o período analisado, o que mostra uma desconexão com a crescente preocupação com questões relacionadas à gestão de árvores urbanas e à sustentabilidade da biodiversidade da floresta urbana. O caminho alternativo para este cenário seria os gestores públicos priorizarem ações de longo prazo e políticas públicas a partir de inventários que gerem informações sobre o patrimônio arbóreo municipal e as áreas potenciais para receber novos plantios. Saber quais serviços ambientais as árvores oferecem à população depende das informações disponíveis sobre elas, como: quantidade; distribuição espacial das árvores; tamanho; espécies botânicas; e condições fitossanitárias. Com base nessas informações, os gestores de florestas urbanas podem tomar decisões essenciais para alcançar um saldo positivo, uma vez que as economias obtidas pelos serviços ambientais fornecidos pelas árvores compensam os investimentos em informações e conservação (KO et al., 2016).

A ocorrência de árvores de pequeno porte na população de árvores de vias é resultado de muitos fatores, como características fenotípicas específicas, restrições ambientais, ocorrência de podas de redução da copa, a predileção por arbustos ou ainda indica indivíduos juvenis originados de plantio recente. Considerando a necessidade de maximizar os serviços ecossistêmicos oferecidos pelas árvores de rua, é necessário priorizar

e garantir a sobrevivência e vigor das árvores grandes, uma vez que as árvores de pequeno porte não oferecem os mesmos benefícios que as maiores (NOWAK, 1994; USDA FOREST SERVICE, 2004).

Respondendo à última pergunta, foi descoberto que as espécies de árvores da flora nativa estão severamente sub-representadas nas vias públicas brasileiras. Exemplos com maiores taxas de participação de espécies exóticas são 98,74% em duas cidades do estado do Ceará (EDSON-CHAVES et al., 2019), 95% em Fortaleza, Ceará (MORO; WESTERKAMP, 2011), e 77% em um bairro de São Gabriel, Rio Grande do Sul (TEIXEIRA, 2015).

2.5 Conclusão

Esta revisão sistemática permitiu concluir que o paisagismo urbano brasileiro é colonizado por espécies estrangeiras, provocando efeitos estéticos e ambientais, uma vez que a fauna nativa pode não encontrar uma fonte de alimento entre as espécies exóticas. Além disso, em casos mais graves, temos exemplos de espécies invasoras, que se espalham pelo território e impede o crescimento de outras espécies.

Outra verificação importante foi a detecção, entre os profissionais que promovem e geram conhecimento sobre florestas urbanas, da crença, refletida no discurso, de que as árvores são elementos que geram conflitos no ambiente urbano. O uso de termos como "raízes agressivas" ou declarações de que as árvores causam danos à rede elétrica e aos prédios ao redor não apenas demonstra, mas também continua a repercutir tal equívoco. Rever discursos e propor alternativas para uma melhor convivência entre as árvores e os equipamentos urbanos são desafios a serem enfrentados por pesquisadores, moradores, gestores públicos e tomadores de decisão. Portanto, é necessário repensar como a pesquisa produzida a partir de inventários pode direcionar o olhar para as árvores urbanas a partir de uma perspectiva menos hostil e mais "ecossistêmica".

Referências

ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. *Acta Amazônica*, v. 40, n. 4, p. 647–655, 2010.

ALVAREZ, I. A. et al. Street tree inventory of Campinas, Brazil: An instrument for urban forestry management and planning. **Arboriculture and Urban Forestry**, v. 41, n. 5, p. 233–244, 2015.

BACELAR, W. J. L. et al. Quanti-qualitative inventory of urban afforestation in the city of Monte Alegre, Pará, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 4, p. 1019–1031, 2020.

BENATTI, D. P. et al. Inventário Arbóreo-Urbano do Município de Salto de Pirapora, SP. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 887–894, 2012.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribution and dynamics of crown area on street trees of Curitiba, Paraná, Brazil, in the period 1984-2010. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 625–635, 2012a.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. CARACTERIZAÇÃO DO PADRÃO DE PLANTIO ADOTADO NA ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE CURITIBA, PARANÁ. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 3, p. 20–30, 2012b.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Comportamento de índices de diversidade na composição da arborização de ruas. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 475–486, 2016.

BORTOLETO, S.; DA SILVA FILHO, D. F. Situação da arborização viária da estância de Águas de São Pedro - SP. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 391–403, 2008.

BRASIL. **Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.

CASTRO, H. S.; DIAS, T. C. A. C.; AMANAJÁS, V. V. A. As geotecnologias como ferramenta para o diagnóstico da arborização urbana: o caso de Macapá, Amapá. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 38, p. 146–168, 2016.

DE CARVALHO MARIA, T. R. B.; BIONDI, D.; ZAMPRONI, K. Spacial indexes and biological diversity of Itanhaém, São Paulo, Brazil. **Floresta**, v. 49, n. 2, p. 267–276, 29 mar. 2019.

EDSON-CHAVES, B. et al. Avaliação quali-quantitativa da arborização da sede dos municípios de Beberibe e Cascavel, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 403, 2019.

FAO. **Building greener cities: nine benefits of urban trees**. Food and Agriculture Organization of United Nations, [s.d.].

- HUNTE, N. et al. Colonial history impacts urban tree species distribution in a tropical city. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 41, n. April, p. 313–322, 2019.
- IBGE. **Número de municípios. Brasil, Panorama**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- JAENSON, R. et al. **A statistical method for the accurate and rapid sampling of urban street tree populations**. **Journal Of Arboriculture**, 1992.
- JOSÉ, O.; SIDONE, G.; HADDAD, E. A. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **TransInformação**, v. 28, n. 1, p. 15–31, 2016.
- JUNG, M. LecoS - A python plugin for automated landscape ecology analysis. **Ecological Informatics**, v. 31, p. 18–21, 2016.
- KO, B. Y. et al. Does Tree Planting Pay Us Back? Lessons from Sacramento, CA. **Arborist News**, n. July, p. 50–54, 2016.
- KOHL, M. **Forest inventory and monitoring**. **Encyclopedia of Forest Sciences**, 2004.
- LIMA NETO, E. M. DE et al. Aerial photographs for measuring of tree crown area in the streets of Curitiba, Paraná. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 577–586, 2012.
- LOCASTRO, J. K.; DE ANGELIS, B. L. D. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização urbana em duas avenidas do município de Maringá - PR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 3, p. 248–255, 2015.
- MACHADO, M. T. DE S.; DRUMMOND, J. A.; BARRETO, C. G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit in Brazil: history of an invasive plant. **Estudos Ibero-Americanos**, v. 46, n. 1, p. e33976–e33976, 2020.
- MACO, S. E.; MCPHERSON, E. G. A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities. **Journal of Arboriculture**, v. 29, n. 2, p. 84–97, 2003.
- MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; DE GOEDE, J. Structure, function and value of street trees in California, USA. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 17, p. 104–115, 2016.
- MILANO, M.; DALCIN, E. **Arborização de Vias Públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

- MORO, M. F.; CASTRO, A. S. F. A checklist of plant species in the urban forestry of Fortaleza, Brazil: where are the native species in the country of mega diversity? **Urban Ecosystems**, v. 18, n. 1, p. 47–71, 1 mar. 2015.
- MORO, M. F.; WESTERKAMP, C. The alien street trees of Fortaleza (NE Brazil): Qualitative observations and the inventory of two districts. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v. 21, n. 4, p. 789–798, 2011.
- NOWAK, D. J. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. Em: MCPHERSON, E.G NOWAK, D. J.; ROWNTREE, R. A. (Eds.). **Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project**. [s.l.] USDA Forest Service, 1994. p. 201.
- NOWAK, D. J.; CRANE, D. E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. **Environmental Pollution**, v. 116, n. 3, p. 381–389, 1 mar. 2002.
- PAULA, L. DE et al. Arborização urbana do bairro Centro do município de Cataguases, MG. **Revista Agrogeoambiental**, v. 7, n. 2, p. 101–112, 2014.
- PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. Arboreous composition and diversity in the urbanized blocks of Palmas, Tocantins state. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 2, p. 565–582, 2020.
- PULLIN, A. S.; STEWART, G. B. Guidelines for systematic review in conservation and environmental management. **Conservation Biology**, v. 20, n. 6, p. 1647–1656, 2006.
- PYLES, M. V et al. Land use history drives differences in functional composition and losses in functional diversity and stability of Neotropical urban forests. **Urban Forestry and Urban Greening**, v. 49, n. September 2019, p. 126608, 2020.
- ROSSETTI, A. I. N.; TAVARES, A. R.; PELLEGRINO, P. R. M. Inventário arbóreo em dois bairros paulistanos, Jardim da Saúde e Vila Vera, localizados na subprefeitura de Ipiranga. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 889–898, 2010.
- SANTOS, M. I. C. DE P. et al. Tecnologias utilizadas no estudo da influência das florestas urbanas: uma revisão sistemática de literatura. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 16, n. 2, p. 38–53, 2021.
- SEMESP. **Mapa do Ensino Superior no Brasil, (2020), (10ª edição)**. , 2020.

SERRÃO, S. M. **Para além dos domínios da Mata: Uma discussão sobre o processo de preservação da Reserva da Mata Santa Genebra, Campinas SP.** 2002.

SOARES F.; SOUZA, A.L., C. P. B. ; P. N. **Dendrometria e Inventário Florestal.** Viçosa Editora UFV, 2011.

TAIT, R. J. et al. An electronic tree inventory for arboriculture management. **Knowledge-Based Systems**, v. 22, n. 7, p. 552–556, 2009.

TEIXEIRA, I. F. Compatibility of tree planting streets in historic centers: A case study of São Gabriel - RS. **RA'E GA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 34, n. September 2015, p. 246–268, 2015.

USDA FOREST SERVICE. **The large tree argument. The case for large stature-trees vs. small stature-trees.** Southern Center for Urban Forestry Research & Information, Southern Research Station, 2004. Disponível em: <https://www.fs.fed.us/psw/topics/urban_forestry/products/cufr_511_large_tree_argument.pdf>

ZAMPRONI, K. et al. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização viária de Bonito, MAto Grosso do Sul. **FLORESTA**, v. 48, n. 2, p. 235, 2018.

3 CONHECER PARA GERENCIAR: CENSO E INVENTÁRIO ARBÓREO DE DOIS BAIRROS DE CAMPINAS

3.1 Introdução

Os impactos da Crise Climática nos ecossistemas naturais, tanto terrestres (LENOIR; ROMAIN; LISE, 2020) como aquáticos (HOEGH-GULDBERG; BRUNO, 2010), tem sido amplamente estudados. Entretanto, apesar de a maioria da população mundial viver em cidades (UNDESA, 2022) poucos estudos foram realizados a fim de verificar a vulnerabilidade das florestas urbanas às mudanças climáticas, como foi o caso das pesquisas realizadas por de Brandt *et al* (2016), Esperon-Rodriguez (2022), e Ordonez e Duinker (2014). As florestas urbanas são reconhecidas pelos múltiplos serviços ambientais e socioeconômicos que prestam às populações urbanas em todo o mundo, tais como a redução dos poluentes atmosféricos (LIVESLEY; MCPHERSON; CALFAPIETRA, 2016), e a mitigação dos efeitos das alterações climáticas através da redução do calor e diminuição das enchentes (AKBARI; POMERANTZ; TAHA, 2001; VIEZZER *et al.*, 2022). A prestação destes serviços, no entanto, é comprometida pelas alterações climáticas globais, condições climáticas extremas como ondas de calor, secas, tempestades extremas, pragas e doenças, e práticas de gestão inadequadas, que contribuem para o aumento da mortalidade das árvores (HILBERT *et al.*, 2019; MARCHIN *et al.*, 2022).

A partir da coleta de informações precisas sobre a arborização de calçadas (NIELSEN; ÖSTBERG; DELSHAMMAR, 2014) é possível obter as informações necessárias ao correto manejo (MORGENROTH *et al.*, 2016) e gestão, já que para a tomada de decisões se faz necessário avaliar o crescimento, o desempenho, e a mortalidade das árvores (ROMAN *et al.*, 2015). Embora a vulnerabilidade das espécies às alterações climáticas varie entre as cidades devido à diferenças na tolerância climática e nas práticas de gestão das espécies, o impacto das alterações climáticas nas árvores urbanas pode ter efeitos socioeconômicos negativos (RAMAGE; ROMAN; DUKES, 2013; ROMAN; BATTLES; MCBRIDE, 2014).

O desafio do planejamento de espaços verdes urbanos é quantificá-los e relacioná-los com outras variáveis de interesse para o bem-estar humano (GONG; CHEN; YU, 2011). Superado esse desafio, é chegada a fase de implantação de infraestrutura verde, que se vale do aproveitamento estratégico de serviços ecossistêmicos (YOUNG; MCPHERSON, 2013). As árvores de rua fazem parte da floresta urbana e devem ser

avaliadas em termos dos seus benefícios: importância para a manutenção da biodiversidade animal e vegetal nativa, conforto climático, interceptação de escoamento, entre outros (GONG; CHEN; YU, 2013). Essas informações são necessárias para planos de ação sustentáveis, tanto para a gestão de espaços verdes existentes, como para a ampliação de locais com potencial para receber arborização, ajudando a preservar a biodiversidade animal e vegetal (ALVAREZ *et al.*, 2005). No entanto, para que estes serviços sejam prestados de forma eficiente, é imperativo avaliar como a exposição às alterações climáticas irá afetar a arborização urbana, identificar quais são as espécies mais vulneráveis e quais são as mais resistentes aos contextos de climas presentes e futuros (ESPERON-RODRIGUEZ *et al.*, 2022). Portanto, uma gestão urbana bem-sucedida no aumento de cobertura das copas das árvores deve também levar em consideração as perdas esperadas devido às alterações climáticas. E isso só pode ser feito estudando e entendendo o patrimônio arbóreo de cada cidade. Por exemplo: os impactos das alterações climáticas serão diferentes, a depender da localização geográfica de cada cidade, e das características da paisagem dentro e fora delas (Almaaitah *et al.*, 2021, Chapman *et al.*, 2017, Demuzere *et al.*, 2014, Manoli *et al.*, 2019).

Não bastasse o fato de o ritmo de mudança representar uma séria ameaça à sobrevivência das florestas urbanas de todo o globo (ESPERON-RODRIGUEZ *et al.*, 2022; IPCC, 2021), a cidade de Campinas enfrenta desafios específicos relacionados à gestão da arborização local. Os primeiros estudos sobre florestas urbanas em Campinas tiveram como objetivo fragmentos de florestas nativas (CIELO FILHO; SANTIN, 2002; SANTIN, 1999). Entretanto, como já foi demonstrado em vários trabalhos (CIRINO *et al.*, 2022; ROGERS *et al.*, 2015), os maiores benefícios prestados à população são oferecidos pelas árvores que estão mais próximas aos moradores. O primeiro levantamento arbóreo campineiro foi realizado apenas em 2007 por Aguire Junior (2008), quando inventariou as árvores do bairro Cambuí. Nesse trabalho, uma dissertação de mestrado, o autor inventariou por censo as árvores do bairro Cambuí e detectou que, mesmo sendo o bairro uma das regiões com vias mais arborizadas da cidade, possuía apenas 25% no número mínimo de árvores viárias determinado pela lei nº11.571, Lei de Arborização Urbana de Campinas, promulgada em 17 de junho de 2003, que disciplina o plantio, o replantio, a poda, a supressão e o uso adequado e planejado da arborização urbana, determinando a presença de uma árvore plantada a cada 10 metros, salvo exceções de conflito com elementos de infraestrutura urbana e acessos de veículos. Na década seguinte, um

levantamento quantitativo do patrimônio de todos os bairros de Campinas foi realizado por Alvares *et al.* (2015), utilizando para isso imagens de satélite. Neste trabalho foi confirmado que o déficit verificado inicialmente por Aguirre Junior apenas no bairro Cambuí se repetia e se agravava à medida que a localidade verificada apresentava menor renda, demonstrando que em Campinas populações mais pobres têm menor acesso aos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana. Segundo esse levantamento, a cidade que deveria possuir 492.955 árvores em calçadas, possuía 120.730 plantas de passeios (considerando árvores, arbustos e palmeiras).

Neste cenário, são constantes as notícias de árvores que caem na cidade, em alguns casos, causando prejuízos irreparáveis. Depois das mortes ocorridas no final de 2022 (CIDADEON, 2023a) e início de 2023 (G1, 2023b) pela queda de árvores na cidade de Campinas, houve grande comoção da população e discussão sobre o tema da gestão da arborização urbana. Apesar disso, houve pouco espaço para o aprofundamento desse assunto e, desde então, a paisagem da cidade está sendo drasticamente modificada em função do aumento de podas e retiradas de árvores (G1, 2023a).

Segundo o artigo “Contar as árvores urbanas brasileiras fará as árvores urbanas brasileiras contar” (ANGEOLETTO; FELLOWES; SANTOS, 2018), como o próprio título antecipa, a valorização da arborização depende do estudo desse patrimônio, conhecê-lo, inventariá-lo, para a partir de então administrá-lo de acordo com suas características. A cidade de Campinas conhece pouco sobre seu patrimônio arbóreo. Este trabalho tem como objetivo corroborar com os outros já realizados, auxiliando na mudança dessa realidade.

3.2 Materiais e Método

3.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Campinas (coordenadas 47° 04' 40” oeste e 22° 53' 20” sul), localizado no interior do Estado de São Paulo, a 99 km da capital (FIGURA 6). A cidade faz parte do bioma mata atlântica (IBGE, 2019), é atravessada pelos rios Capivari, Jaguari, Capivari-Mirim e Atibaia e ocupa uma área de 797,6 km², da qual 238.323 km² estão em perímetro urbano, e os 559.277 km² restantes são considerados zona rural. Está a uma altitude média de 680 metros acima do nível do mar. O clima, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo CWa, (clima

subtropical de inverno seco) com verão quente e chuvoso e inverno seco e ameno, precipitação média anual de 1.350 milímetros, e temperaturas máximas variando entre 28° e 30° C no verão (novembro a abril), e mínimas entre 12° e 19° C no período do inverno (junho a agosto), segundo a classificação do CEPAGRI (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura).

A cidade possuía em 2021 uma população estimada de 1.223.237 pessoas (IBGE, 2021), com índice de desenvolvimento humano municipal (IDH) de 0,805. No quesito saneamento básico, abastece 98,1% da população com água tratada, coleta o esgoto de 94,8%, e tem 71,8% do esgoto gerado tratado (SNIS, 2020). Possui taxa de escolarização de 96%, entre seus cidadãos de 6 aos 14 anos de idade. Quanto à economia e distribuição de renda, apesar de o salário médio mensal dos trabalhadores formais ser de 3,6 salários mínimos, 30,2% da população tem rendimento mensal de apenas 1/2 salário mínimo mensal (IBGE, 2010).

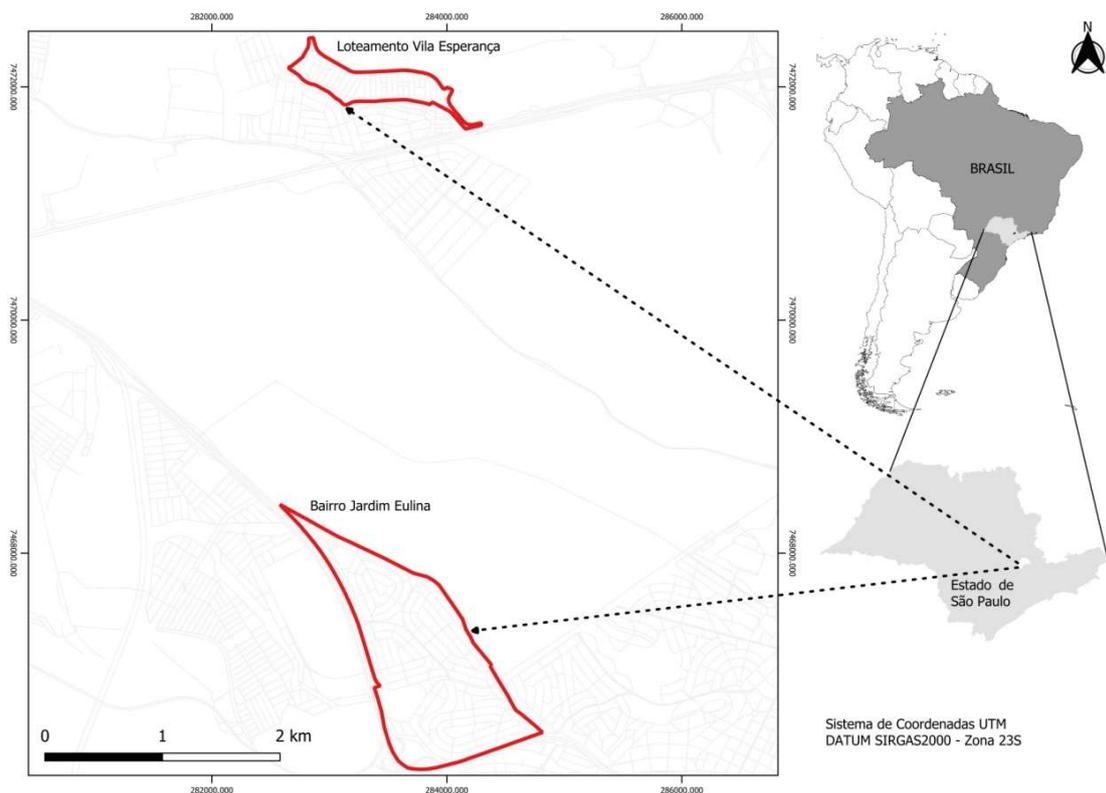


Figura 6: Mapa de localização das áreas de estudo referenciada dentro do estado e país. Fonte: Polizel, J. L. 2023.

As áreas de estudo escolhidas foram o bairro Jardim Eulina e o loteamento Vila Esperança, e um dos motivos para essa escolha foi o fato de ambos estarem localizados

dentro de áreas de influência de corredores ecológicos. Corredores ecológicos, ou corredores de biodiversidade, são áreas que unem os fragmentos florestais, ou unidades de conservação separadas por interferência humana (LOUZADA *et al.*, 2013). O objetivo do corredor ecológico é permitir o livre deslocamento de animais, a dispersão de sementes, e o aumento da cobertura vegetal. Ele reduz os efeitos da fragmentação dos ecossistemas ao promover a ligação entre diferentes áreas e permitir o fluxo gênico entre as espécies da fauna e flora. Tal fluxo facilita a recolonização de áreas degradadas, conciliando preservação da biodiversidade e desenvolvimento ambiental na região. Além da relevância ecológica em função da hidrografia local (FIGURA 7), para a escolha das duas áreas também foram considerados fatores como a diversidade de morfologia urbana (diferentes larguras de ruas, calçadas, e materiais utilizados nas edificações), bem como o déficit arbóreo apresentado.

Segundo o mapa de leitura ambiental da ocupação territorial campineira (Plano Diretor, 2006), ambos os bairros se situam em “áreas urbanas de resgate”, caracterizadas por: problemas de enchentes decorrentes da elevada impermeabilidade; arborização urbana descontinuada, com áreas carentes de vegetação, e outras com indivíduos senis e doentes, estando submetidas a podas drásticas a favor da rede de energia elétrica; e pela ocorrência da maior concentração de fontes de poluição móveis.

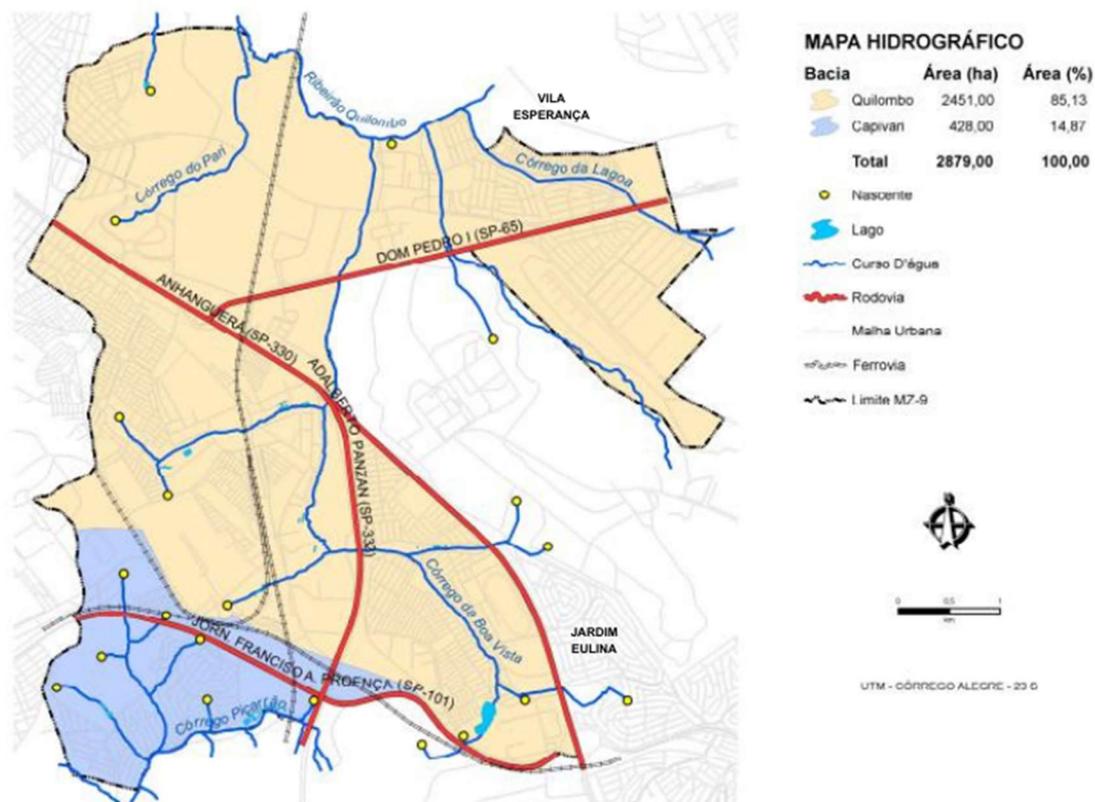


Figura 7. Mapa de distribuição espacial dos recursos hídricos contendo o Loteamento V. Esperança e o Bairro Jardim Eulina. Fonte SMMA.

3.2.1.1 Bairro Jardim Eulina

O Jardim Eulina é um bairro da Zona Norte de Campinas, Macrorregião Norte (Prefeitura de Campinas, 2018), delimitado pela gleba do exército (nordeste), via arterial Lix da Cunha (sul), e pela Rodovia Anhanguera (oeste) (FIGURA 7) e, apesar de ter sido ocupado antes da década de 1950, foi a partir da inauguração da Rodovia Anhanguera que o loteamento foi lançado. O bairro possui diversos edifícios institucionais: duas escolas, uma creche, um posto de saúde, uma unidade esportiva pública com piscina, igrejas, e duas unidades beneficentes espíritas. Apresenta características socioeconômicas diversas, que pode ser observada através da diferença de morfologia urbanística do bairro, como pode ser visto nas imagens (FIGURA 8). A maior parte do bairro é formada por ocupações regulares decorrentes do loteamento. Dentre elas uma parcela composta de grandes lotes, ocupados por residências de alto padrão, por vezes com piscinas, e a medida que a ocupação se afasta desta área o tamanho dos lotes diminui. No setor noroeste do bairro

está uma área de ocupação irregular chamada Favelinha do Eulina cuja ocupação não atende a legislação urbanística, fato determinante para as características da arborização encontrada nessa área.

Lançamento do loteamento: década de 1950.

População: 29.622 pessoas (IBGE, 2022).

Área: 1,8 km² (Google Earth).

Número de vias (ruas ou avenidas): 66.

Comprimento das vias: 323,93 quilômetros.

Largura das calçadas: de 0 centímetros a 4,00 metros.

Área dos lotes: de 20 m² (Favelinha) a 400 m² (Google Earth).



Figura 8. a) Vista aérea do Eulina. b) vista aérea da Favelinha do Eulina, c) vista aérea de área nobre do Bairro J. Eulina. Fonte: Google Earth.

3.2.1.2 Loteamento Vila Esperança

Segundo o Plano Local de Gestão da Macrozona 9 (MZ), onde o loteamento se situa, a arborização urbana tem sido realizada sem planejamento adequado e em quantidade insuficiente para atender a uma região caracterizada pelo alto adensamento urbano. Um dos fatores que pode corroborar para tal realidade é o fato de muitas das calçadas possuírem apenas 1,40 metro de largura.

O loteamento é também uma área de estudo onde os lotes possuem alta taxa de ocupação, o que gera consequências negativas tanto no inverno quanto no verão (FIGURA 9). No inverno a consequência é o frio pela falta de incidência solar nos ambientes. No verão, os fechamentos, feitos em sua maioria por telhas cimentícias, impedem a ventilação e, portanto, a renovação do ar, agravando ainda mais a característica de baixa eficiência térmica das telhas em questão. Ao visitar o Loteamento e conversar com a presidente da Associação de Moradores, Sra. Sueli, perguntei a ela como é morar no Vila Esperança durante o verão. Sua resposta foi: “É um inferno! Todos os anos penso em me mudar.” A moradora também relatou que as calçadas tiveram suas larguras reduzidas durante o processo de pavimentação.





Figura 9. a) vista aérea do Loteamento Vila Esperança e seu entorno (Rod. Dom Pedro I). **b)** amostra do padrão de ocupação e cobertura habitacional no Loteamento Vila Esperança. Fonte: Google Earth.

Inauguração: 1995.

População (2015): 7.000 pessoas.

Origem dos primeiros ocupantes: população retirada de áreas de risco.

Área total: 391.188,32m² (Porta Aberta - Prefeitura de Campinas, 2020).

Número de ruas: 45.

Comprimento vias: 8,1 quilômetros.

Largura das calçadas: 1,40 a 3,00 metros.

Largura das ruas: 5,00 a 15,00 metros.

Número de quadras: 44, sendo 35 residenciais, 5 praças, 4 institucionais.

Área média dos lotes: 120 m² (Google Earth).

3.2.2 Inventário e censo arbóreo

As informações coletadas para a base de dados do inventário e no censo foram: número de identificação do exemplar (id), localização geográfica (latitude, longitude), nome comum/popular, nome científico (sistema de classificação botânica APG IV), nome da via, número do lote, condição de risco (associado ao uso do entorno), integridade (comprometimento estrutural), condição fisiológica (patologias), CAP1, CAP2, CAP3 (circunferência na altura do peito de um a até três ramos), calçada (tipo do piso), qualidade do canteiro, percentual de seca na base, recomendação, integridade da copa, rede de transmissão primária, secundária e a distância de ambas, dimensões da copa da árvore, registros fotográficos. Os dados foram lançados inicialmente no Qfield (aplicativo para

coleta de dados georeferenciados) instalado em um celular Asus Zenfone 2 e, posteriormente, exportados para o software livre Qgis. Os materiais utilizados foram: celular Asus com programa QField e acesso à internet, fita métrica. Para a medição da altura das árvores, os postes e as redes de transmissão foram utilizados como referência para verificação da altura das árvores.

3.2.3 Determinação do N amostral do inventário

De forma a definir o número de ruas cujo levantamento seria representativo, pré-selecionamos 12 ruas para realizar a contagem do número de árvores existentes. Utilizando o Google Maps, foram escolhidas ruas bem distribuídas do tecido urbano de cada um dos bairros (FIGURA 10^a e 10c). Tal metodologia está presente na apostila do Curso de Planejamento de Florestas Urbanas com Ênfase em Vias Públicas, ministrado na Esalq, assim como o método de verificação e correção da quantidade amostral ideal para cada um dos bairros.

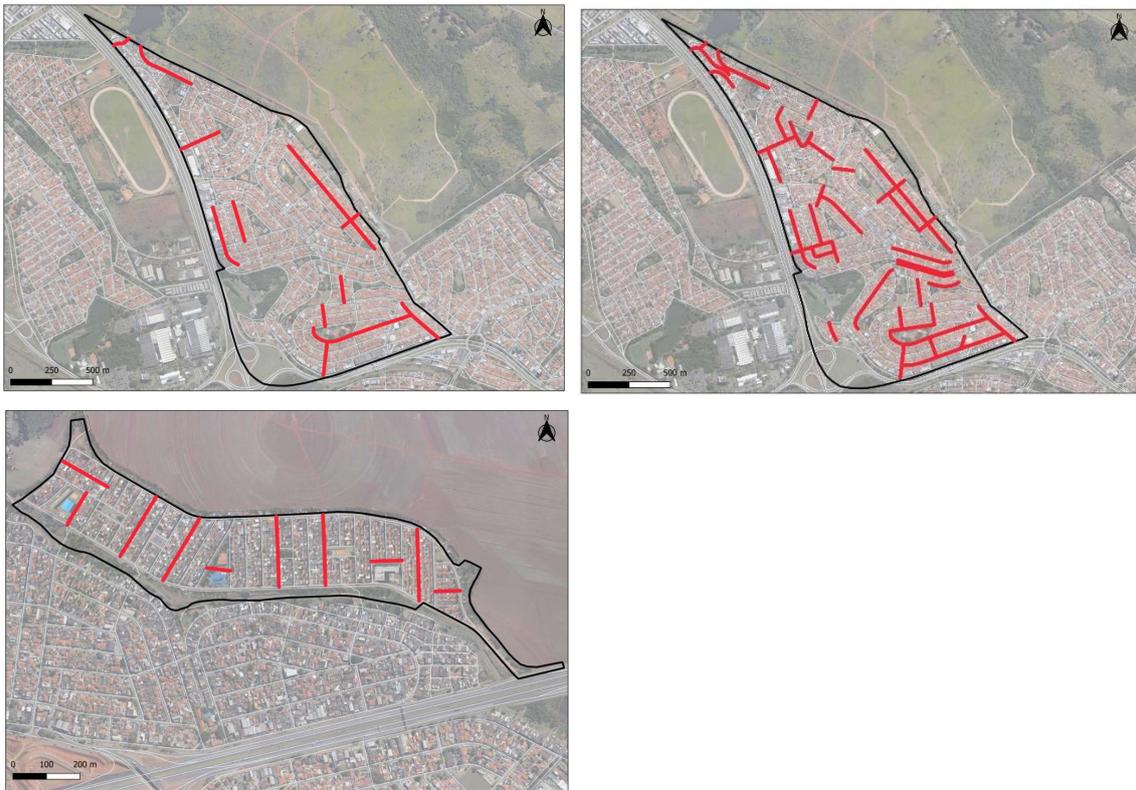


Figura 10. a) Imagem superior esquerda: ruas do Eulina selecionadas para verificação do n amostral. b) Imagem superior direita: ruas e trechos de ruas do Eulina escolhidos para ser feito o levantamento arbóreo. c) Imagem inferior esquerda: ruas do Esperança selecionadas para verificação do n amostral. Fonte: Polizel, J. L. 2023.

Foram três tipos de informações inseridas na tabela de verificação amostral: a) comprimento das ruas; b) número de árvores das respectivas ruas; e c) grau de liberdade - na tabela de verificação do n Amostral de cada um dos bairros. No caso do Jardim Eulina (APÊNDICE A), a tabela indicou que um censo representativo da arborização poderia ser feito inventariando as árvores presentes nas ruas da figura 10b. No caso do Vila Esperança, o cálculo indicou que seria necessário inventariar 28 ruas, mais da metade do número de vias do loteamento (45). Por esse motivo decidiu-se por inventariar todas as ruas do Loteamento.

Como já citado, o Eulina possui várias realidades sócio econômicas e, portanto, urbanas e morfológicas. Para realizar uma análise fidedigna, os pontos coletados serão subdivididos em quatro sub grupos: a. calçadas da Avenida Doutor Horácio da Costa Junior; b. canteiro central da Avenida Doutor Horácio da Costa Junior; c. calçadas de lotes localizados em frente a imóveis ocupados na área chamada de Favelinha; e o quarto grupo é representado pelo restante das calçadas inventariadas. O método para definir o grupo c. foi através da verificação das fachadas com notificação de regularização dos relógios de medição de água (FIGURA 11).



Figura 11. Fachadas de lotes na Favelinha do Jardim Eulina com marcação de código para regularização do ponto de abastecimento de água. Fonte: Polizel, J. L. 2023.

3.2.4 Resultados e Discussão

O levantamento cobriu 33,465 km, sendo 16,200 km de calçada no Vila Esperança, e no Jardim Eulina 16,965 km de calçadas e 300 metros de canteiro central. Foram localizadas 1114 árvores, sendo 1052 localizadas em calçadas e 60 em um canteiro central.

Como o objetivo principal desta pesquisa é analisar o plantio de árvores em calçadas, os indivíduos arbóreos encontrados no canteiro foram considerados somente nos índices de diversidade. O canteiro em questão apresentou a taxa de 200 árvores por quilômetro, o que enviezaria os resultados do bairro Jardim Eulina caso contabilizado no conjunto. As taxas de arborização encontradas foram 31,2 e 32,2 árvores por quilômetro linear de calçada no Jardim Eulina e no Vila Esperança, respectivamente (TABELA 1). Tais valores estão em torno de 26% acima da taxa encontrada por Alvarez *et al.* (2015) para a cidade de Campinas (24,8 arv./km) No quesito diversidade de espécies, as duas áreas estudadas possuem valores semelhantes: 4,91 espécies por quilômetro no Jardim Eulina e 4,87 espécies por quilômetro no Esperança. Com relação ao índice de Shannon, que compara a capacidade de diferentes florestas fazer frente ao ataque de pragas, doenças, alterações climáticas, e manter a capacidade da população de árvores de fornecer serviços ecossistêmicos, no jardim Eulina ele foi de 3,75, um pouco maior que os 3,46 apresentado pelo Vila Esperança (TABELA 1).

Tabela 1. Comparativo dos índices de ecologia da paisagem em calçadas entre o Bairro Jardim Eulina e o Loteamento Vila Esperança.

Índices de ecologia da paisagem	Jardim Eulina	Vila Esperança	canteiro central J. Eulina
Número de árvores	532	522	60
Número de espécies	83	79	19
Comprimento de calçadas inventariado (km)	16,9	16,2	0,3
Árvores por quilômetro	31,5	32,2	200
Espécies por quilômetro	4,91	4,87	63,3
Índice de Shannon	3,75	3,46	-

Fonte: a autora

Os resultados encontrados mostram que o Jardim Eulina e o Vila Esperança apresentam taxas de ocorrência e diversidade arbórea muito semelhantes (TABELA 1). Isso ocorre mesmo com o J. Eulina apresentando uma situação mais favorável a presença de arborização no que tange ao percentual de calçadas mais largas, já que, dentre as ruas inventariadas, o Eulina demonstrou possuir apenas 7% das calçadas com menos de 1,90 metro de largura, enquanto o Esperança apresenta 67% (TABELA 2). Essa diferença de percentual é contrabalanceada nas calçadas entre 1,91 e 2,99 metros de largura, onde o

Eulina apresentou 74% das calçadas e o Esperança 16%. Na classe de calçadas a partir de 3 metros de largura o Eulina continua apresentando melhor taxa de disponibilidade de espaço para a implantação da arborização, 19%, contra 17% do Esperança.

Tabela 2. Percentual de distribuição de indivíduos por classe de largura de calçadas.

Largura (metros)	Jardim Eulina (%)	Vila Esperança (%)	Total Geral (%)
Até 1,90	7	67	37
Entre 1,91 e 2,99	74	16	45
Acima de 3,00	19	17	18
Total	100	100	100

Fonte: a autora

Segundo o Guia de Arborização Urbana de Campinas (GAUC, 2007), “consideram-se como estreitas as ruas com menos de 8 metros de largura e calçadas menores de 3 metros. Neste caso, se as construções não apresentarem recuo, não é recomendado o plantio de árvores. Em frente a imóveis com recuo, recomenda-se o plantio de árvores de pequeno porte”. Neste levantamento não foi coletado o dado recuo. Mas, mesmo ao considerar que todas as edificações foram construídas com recuo, ainda sim, de acordo com o GAUC, 88% das calçadas inventariadas poderiam receber apenas árvores de pequeno porte (TABELA 2). No caso do Vila Esperança, em função características de ocupação que pioram a qualidade do ambiente construído como maior percentual de ocupação do lote, menor ventilação, coberturas com materiais com baixa resistência térmica, essa vizinhança também é a com maior suscetibilidade aos transtornos causados por eventos climáticos extremos. Uma sugestão de atualização do GAUC seria incluir, como ferramenta de design urbano, a opção de implantação de canteiros em via pública. Eles estariam localizados entre os acessos as garagens, alinhados com as vagas de estacionamento público, distantes entre si a cada 10 metros ou mais, e na calçada oposta à calçada com presença dos postes de distribuição de energia. Seriam, portanto, canteiros espaçosos, com até quatro metros quadrados de área permeável, assim como nos exemplos apresentados na figura 12. Em função da pouca arborização viária presente, das condições climáticas adversas à população, com altas temperaturas e desconforto térmico, do tráfego de caminhões de lixo, o porte de espécies arbóreas a ser utilizado, mais conveniente, útil, e manejável, seriam espécies arbóreas de médio porte (mantidas manejadas pela prática de poda técnica de adequação). Segundo a descrição de Mascaró e Mascaró (2005), essa classe

de espécies tem copas com diâmetro até 6 metros de largura e altura até 10 metros. Em que pese a largura reduzida de ruas e calçadas, tendo em vista toda essa especificidade e necessidade climática de cobertura verde do asfalto, além do tráfego de veículos de grande altura, o médio porte manejado, possibilita boa cobertura de sombreamento e o tamponamento, bem como a amenização do clima.



Figura 12. Árvores de grande e médio porte em canteiros localizados em ruas estreitas e com edificações sem recuo. a) Rua na cidade do Porto, Portugal b) Rua Heerstrasse, cidade de Bonn, Alemanha. Fonte: site www.orangesmile.com

Outro fator de relevância no uso de espécies maiores está na altura de poda de livramento nos exemplares sob manejo (para a livre passagem de veículos ou de fiações), sem que eles tenham danificada sua estrutura física e fisiológica pela poda de levantamento de copa ou direcional, exigidas nesse tipo de manejo (PAIVA; GONÇALVES, 2002). Considerando a possível dificuldade cultural por parte da população em conviver com árvores de grande porte, pelo medo de queda, se faz necessária uma política pública de constante educação ambiental no local, visando o convívio e os benefícios diretos proporcionados pela arborização de calçadas aos cidadãos. Essa linha de arborização mais robusta tem condições de projetar sombra majoritariamente sobre o leito carroçável, aumentando, inclusive, a durabilidade do asfalto e produzindo menos calor refletido, gerando, também, economia com o uso de ventiladores e aparelhos condicionadores de ar (MCPHERSON; MUCHNICK, 2005).

A espécie mais presente nas duas áreas de estudo foi a mesma: *Murraya paniculata*. Foram 55 indivíduos no J. Eulina e 90 no V. Esperança (FIGURA 13). Também conhecida por murta, falsa-murta, ou jasmim, é uma espécie exótica originária da Índia, considerada arvoreta, ou grande arbusto, podendo chegar a 5 metros de altura. Apesar de ser uma opção popular entre proprietários de residências, talvez em função da crença difundida em

parte da população de que espécies arbustivas não causam danos às estruturas do entorno (VOLPE-FILIK, 2009), é uma espécie que, também segundo a autora, pode comprometer calçamentos, quando em canteiros pequenos, pela projeção de raízes, com a desvantagem com relação às plantas maiores de oferecer poucos serviços ambientais, principalmente quando se trata de sombreamento. Ao contrário, por raramente alcançar sua altura máxima - a altura média dos exemplares encontrados no censo foi de 268 centímetros - presta um desserviço por oferecer maior barreira visual e física à passagem de pedestres. Aguirre Junior e Lima (2007), destacaram como essa classe de espécies compõe barreira visual e física à passagem de pedestres, além da competição da copa delas com a iluminação pública, por sua estrutura competir diretamente com a projeção da claridade emitida. A *Murraya paniculata* é uma espécie proibida em diversos municípios brasileiros, alguns no entorno da cidade de Campinas, pois a planta é hospedeira da bactéria *Candidatus liberibacter sp.*, que através do vetor *Diaphorina citri*, transmite uma praga chamada Huanglongbing (Greening) aos cultivos de cítricos.

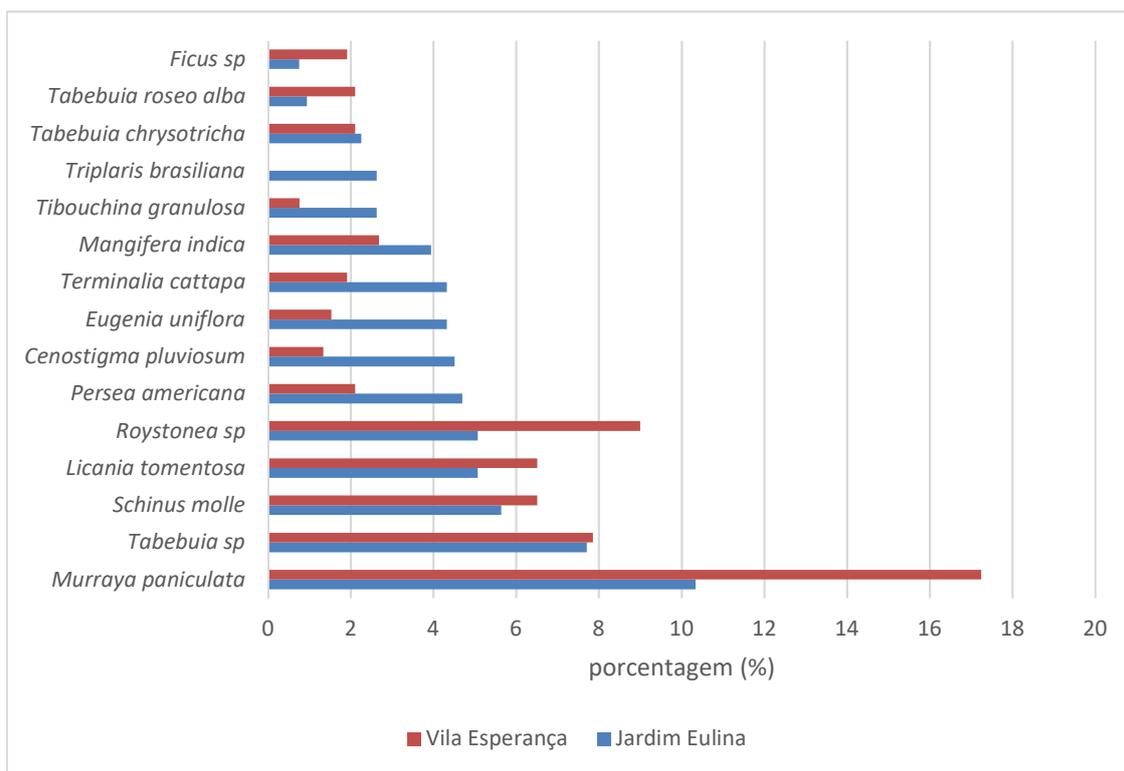


Figura 13. Gráfico contendo as 10 principais espécies de cada uma das áreas de estudo, totalizando 15 espécies. Fonte: a autora.

Ao considerar-se o gênero mais frequente ao invés da espécie, o resultado no Jardim Eulina é diferente (TABELA 3). Inicialmente o gênero *Tabebuia* sp (ipê) ficou como segundo colocado, com 41 indivíduos em ambas as áreas. Se somados às outras espécies de ipês encontradas, passamos a ter 63 ipês no Vila Esperança, e 58 no Jardim Eulina (FIGURA 13). No Eulina, ele se torna o gênero mais presente no bairro, o que, novamente, reforça a melhor diversidade florística do Jardim Eulina em relação ao loteamento, já que o ipê é um gênero que fornece mais serviços ambientais do que a *Murraya paniculata*, tendo em vista o maior porte, cobertura de área e densidade de copa, principalmente do ipê roxo (*Tabebuia* spp.) e o ipê branco (*Tabebuia roseo alba*).

Tabela 3. Predominância de indivíduos por espécie ou gênero nas diferentes áreas de estudo.

Jardim Eulina		Vila Esperança	
Por espécie	Por gênero	Por espécie	Por gênero
<i>Murraya paniculata</i>	<i>Tabebuia</i> sp	<i>Murraya paniculata</i>	<i>Murraya paniculata</i>
<i>Tabebuia</i> sp	<i>Murraya paniculata</i>	<i>Roystonea</i> sp	<i>Tabebuia</i> sp
<i>Schinus molle</i>	<i>Schinus molle</i>	<i>Tabebuia</i> sp	<i>Roystonea</i> sp

Fonte: a autora

A terceira espécie mais frequente no Eulina é a *Schinus molle*, popularmente conhecida como aroeira salsa, com 30 indivíduos, e no Esperança são os indivíduos do gênero *Roystonea* sp, espécies de palmeiras (FIGURA 13). A *Schinus mole*, apesar de não ser uma espécie indicada para calçadas em função do formato dos ramos pendentes e da saia de copa baixa em direção ao solo, característica que demanda podas constantes para que ela não se torne uma barreira à passagem de pedestres, bem como madeira frágil e quebrável, ainda é uma espécie mais eficiente na prestação de serviços ambientais do que as palmeiras, segunda mais frequente no Vila Esperança (FIGURA 13). Portanto, no que tange à contribuição referente a gênero ou a espécie mais frequente, o Jardim Eulina apresenta uma melhor área de cobertura verde do que o Vila Esperança, por possuir indivíduos de maior porte (TABELA 3).

As duas áreas de estudo foram avaliadas segundo os parâmetros de Santamour Junior (1990), que determina que na arborização viária o percentual de indivíduos da mesma família, gênero e espécie não podem ser superiores a 30% , 20% e 10% da população total, respectivamente. Tais percentuais foram criados após eventos como o “Dutch elms disease”, em que a arborização de algumas localidades da costa leste norte-americana, onde só haviam árvores da espécie Elmo, foi dizimada por uma praga. A

arborização do Eulina, dentro desses critérios, ultrapassa, com folga, nos percentuais relativos à família e ao gênero. Entretanto, por uma margem pequena, ultrapassou o limite de indivíduos da mesma espécie. A população arbórea do Esperança também ficou dentro dos limites de indivíduos da mesma família e gênero, mas ultrapassou em quase 40% a quantidade de indivíduos da mesma espécie.

A seguir, para a realização da distribuição de árvores por classe de DAP e por classe de calçada foram excluídas 60 árvores presentes no canteiro central da Avenida Dr. Horácio, o que faz com que nestes cálculos estejam presentes 530 árvores do J. Eulina e 522 árvores do V. Esperança (FIGURA 17 e 18).

Tanto nas florestas naturais como nas urbanas é esperado que a distribuição de indivíduos por classe de diâmetro a altura do peito (DAP) seja estritamente decrescente a medida que os diâmetros aumentam, pois existe uma mortalidade natural em função da senescência e intercorrências diversas que diminuem a quantidade de indivíduos mais velhos com o passar do tempo. Essa tendência pode ser vista no Vila Esperança, mas não no Jardim Eulina, onde o esperado seria ocorrer um valor acima de 200 indivíduos na classe de 0 a 15 centímetros (FIGURA 14). Uma possível razão para um menor número de indivíduos na classe entre 0 e 15 centímetros em relação a classe de 15 a 30 centímetros talvez seja a redução de plantios de mudas em um período recente.

Na menor faixa de DAPs, de 0 à 15 centímetros, a concentração de indivíduos é 67% maior no loteamento Vila Esperança. Tal dado é compatível com a alta frequência de *Murraya paniculata*, que possui diâmetro pequeno. Na transição para a classe seguinte, de 15 a 30 centímetros, as linhas se cruzam, e todas as contagens de indivíduos por classe de DAP passam a ser maiores no Jardim Eulina, ambas seguindo uma tendência de queda e afinamento.

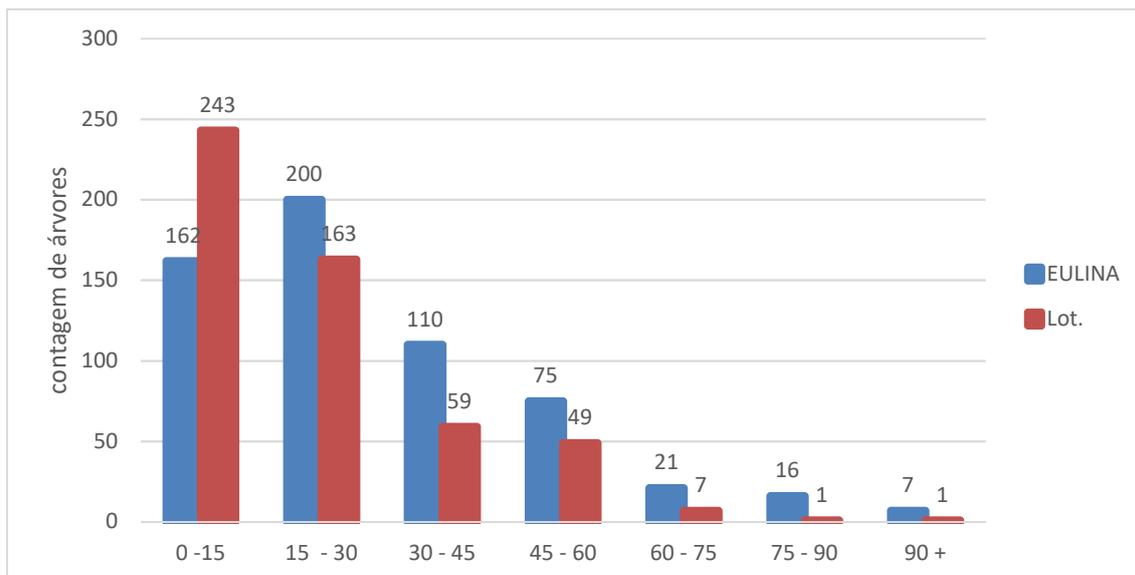


Figura 14. Contagem e distribuição das árvores por classe de DAP. Fonte: a autora.

No quesito distribuição de indivíduos em função da largura das calçadas (FIGURA 15), o Esperança apresenta 10 vezes mais indivíduos que o J. Eulina na classe de calçadas mais estreita, até 1,90 metro de largura. Isso pode ser consequência da alta participação desse porte de calçadas no loteamento. A partir das classes seguintes, com passeios mais largos, o J. Eulina passa a apresentar mais indivíduos do que o V. Esperança em todos os intervalos de largura de calçada. Essa diferença chega a ser quase 5 vezes maior na classe de 2,40 à 2,79 metros, e volta a se aproximar em calçadas acima de 2,80 metros (FIGURA 15).

Considerando a maior disponibilidade de calçadas mais largas (TABELA 2) e a baixa taxa de ocupação de calçadas com larguras entre 1,90 e 2,39 (FIGURA 15) podemos concluir que existe um menor aproveitamento da disponibilidade de espaço para plantio de árvores nas calçadas do Bairro Jardim Eulina, quando comparado ao Vila Esperança.

Ao considerar que o Jardim Eulina foi urbanizado mais de 30 anos antes do Vila Esperança, poderíamos esperar que houvesse um aumento da contagem de indivíduos em calçadas a partir de 2,80 metros, assim como ocorre no Jardim Eulina. Mas, ao contrário disso, ocorre uma queda (FIGURA 15).

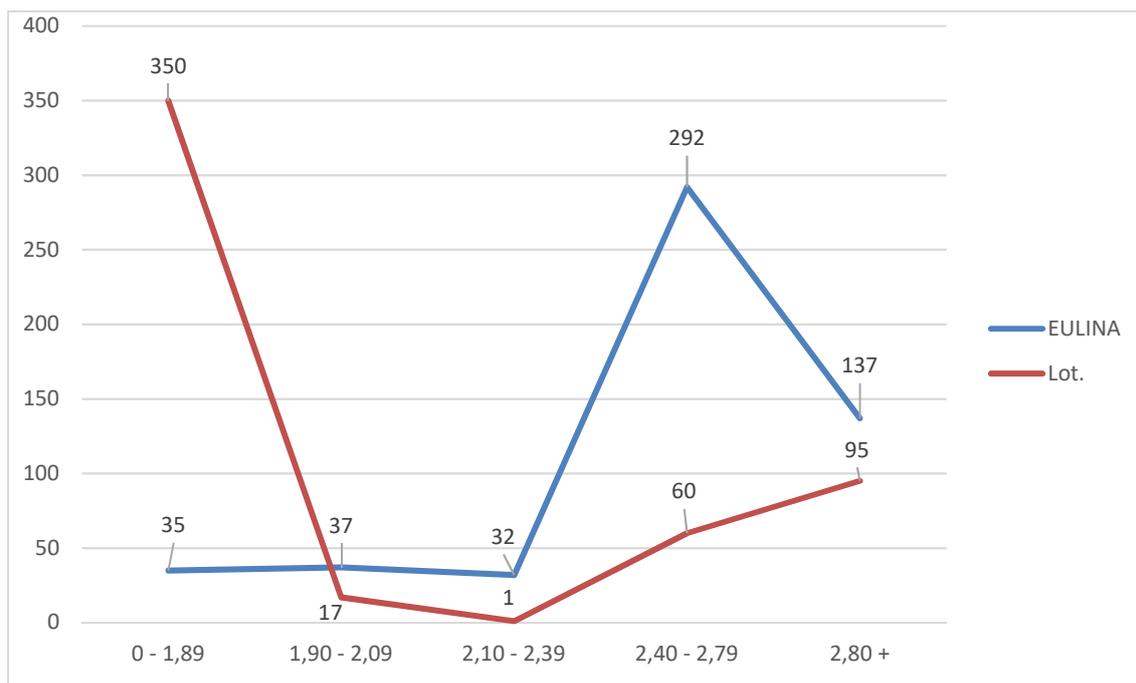


Figura 15. Contagem e distribuição das árvores por classe de largura do passeio. Fonte: a autora.

Na Avenida Dr. Horácio A. Carlos Jr. estão alguns dos imóveis mais valorizados do bairro, com lotes de cerca de 400 metros quadrados (FIGURA 16). Apesar disso, e das calçadas com 3 metros de largura, possui uma taxa de apenas 30 árv/km, menor do que a média do bairro, de 31,5 árv/km. Já o canteiro central da avenida em questão, possui em um trecho de 300 metros, 75 árvores (250 árv/km). É possível ver diversos canteiros de árvores inutilizados em frente aos imóveis da avenida, que em sua maioria não são mais ocupados pelos primeiros moradores. Alguns imóveis apresentam a arquitetura da fachada descaracterizada, com aparência de pouco cuidado, bastante diferente de seus primeiros anos de ocupação. Segundo a pesquisa publicada por Crosser *et al.* (2020), “Patterns of tree removal and canopy change on public and private land in the city of Melbourne”, a perda de cobertura arbórea pode estar vinculada ao aumento da riqueza, ao desenvolvimento econômico. Entretanto, no Jardim Eulina, as retiradas parecem estar vinculadas ao declínio econômico, o que é compatível com os resultados obtidos em estudo realizado em Austin, Texas (LAVY; HAGELMAN, 2017), que constatou o aumento de autorizações de retirada de árvores em imóveis antigos localizados em vias principais. Na pesquisa norte americana também foi verificado que as remoções permitidas foram em sua maioria requisitadas por proprietários ou locatários com curso universitário.



Figura 16. a) e b) Fotos de fachadas dos imóveis localizados na Av. Dr. Horácio A. Da Costa Jr. c) Imagem de sobreposição de pontos Qgis sobre Google Maps mostrando árvores na calçada e no canteiro central da Av. Dr. Horácio A. da Costa Jr., Jardim Eulina. Fonte: a autora

Locais com melhores e piores coberturas arbóreas

O bairro Jardim Eulina é ocupado por algumas empresas e foi verificado como a arborização das calçadas destes imóveis contribuem para a taxa de arborização do bairro. A concessionária Araguaia Pirasa, localizada na R. Cidade de Assunção (FIGURA 17a), apresentou taxa de arborização de uma árvore a cada 160 metros de perímetro do lote (6,25 arv/km) (TABELA 4). Já um complexo de depósitos ocupados por vários locatários, incluindo o almoxarifado de Saúde da prefeitura de Campinas, localizado na R. Dr. Rocha Novais (FIGURA 17b), apresentou apenas uma árvore em seus 496 metros de testada (2,01 arv/km) (TABELA 4). Estes exemplos demonstram a tendência dos comércios, indústrias e depósitos no Jardim Eulina contribuem negativamente no índice de árvores por quilômetro linear de calçadas.

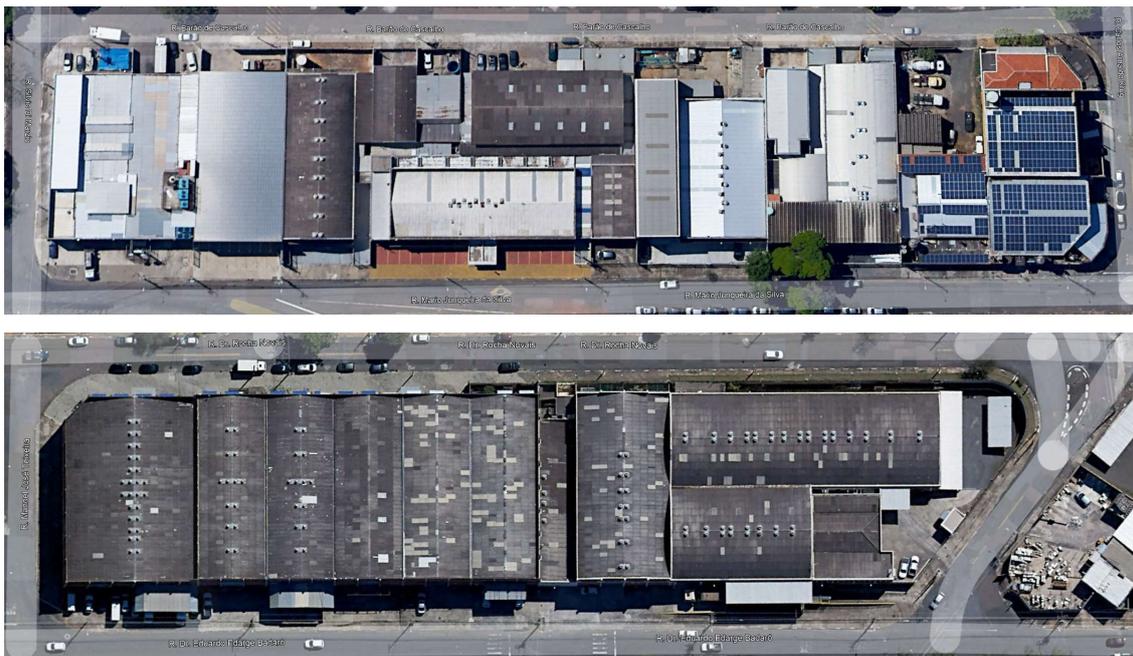


Figura 17. a) Quadra localizada na Rua Cidade de Assunção, **b)** Quadra localizada na R. Rocha Novais. Fonte: Google Earth

Os trechos que apresentam maior quantidade de árvores por quilômetro linear e com árvores de maior porte, provedoras de mais serviços ambientais, são trechos de calçadas que fazem testada com edifícios institucionais. No Jardim Eulina, estes trechos foram encontrados em uma das laterais da Instituição Assistencial Dias Cruz, e em uma das laterais da Praça de Esportes Salvador Lombardi Nero, ambos os trechos com uma árvore a cada 10 metros (TABELA 4). A segunda melhor taxa está em uma das laterais da Escola Estadual Ari Monteiro Galvão, R. Dr. Osvaldo Silveira Neves, com uma árvore a cada 13 metros.

No Loteamento V. Esperança existe uma árvore a cada 6,63 metros em calçadas laterais da CEI Bem Querer Gov. Eduardo Henrique, uma a cada 4,54 metros em uma lateral do CEU Thais Fernando Ribeiro, e uma a cada 3,1 metros em um trecho de calçada de 50 metros de lotes ocupados na Uriasu Batista (TABELA 4). No caso da CEI Bem Querer e do Trecho da Rua Uriasu, ambos plantios foram realizados por iniciativa de apenas um morador.

Entretanto, no Vila Esperança, existem quadras sem nenhuma árvore nas calçadas, essenciais para sombrear o asfalto (FIGURA 18). A Escola Estadual Adriana Cardoso também chama a atenção por não ter nenhuma árvore em seus 300 metros de passeio.

Tabela 4. Localização dos trechos de calçadas com as melhores e as piores taxas de árvore por quilômetro.

Melhores taxas		
	Comprimento do trecho (m)	Árvores por Quilômetro (km)
B. Jardim Eulina		
Instituição Assistencial Dias Cruz	160	100
Praça de Esportes Salvador L. Nero	70	100
E.E. Ari Monteiro	234	81
Loteamento V. Esperança		
Testada de lotes ocupados R. Uriassu Batista	110	109
CEU Thais F. Ribeiro	354	79
CEI Bem Querer + CEI Fernando A. Miguel	427	108
Piores taxas		
B. Jardim Eulina		
Trecho José Assunção / Favelinha	160	6
Avenida Dr. Horácio	633	30
Q. concessionária Araguaia Pirasa	321	6
Q. Almoarifado de Saúde Pref. de Campinas	496	2
Rua José Sanches	100	0
L. Vila Esperança		
Trecho calçadas Rua Uriassu Batista	189	0
Escola Estadual Adriana Cardoso	300	0
Praça Rodrigo Marques Godoy	114	0
Trecho calçada Rua André Grabois	1242	0

Fonte: a autora.



Figura 18. a) Escola Estadual Adriana Cardoso. Fonte: a autora. b) e c) Imagens aéreas de praças no Loteamento Vila Esperança retratando a ausência de árvores nas calçadas. Fonte: Google Earth.

3.3 Conclusão

O inventário e censo realizados revelam que as duas áreas estudadas exibem taxas de arborização por quilômetro linear de calçada acima da taxa média encontrada na cidade de Campinas, que é de 24,8 árvores por quilômetro. No Jardim Eulina, a taxa é de 31,5 árvores por quilômetro, enquanto na Vila Esperança é de 32,3 árvores por quilômetro. No entanto, tais taxas estão muito abaixo do que é exigido pela legislação municipal, que estipula 100 árvores por quilômetro de calçada.

Apesar de as duas áreas de estudo apresentarem taxas de arborização muito próximas, o Jardim Eulina tende a usufruir de mais serviços ambientais, tanto quando a análise é feita em função das espécies mais presentes, quanto feita em função dos gêneros mais presentes.

Dois pontos indicam que a largura de calçadas não é fator limitante para o aumento da cobertura arbórea em ambas áreas de estudo. Primeiro, o fato de as duas áreas apresentarem índices de árvore por quilômetro linear muito parecidos, mesmo com o Jardim Eulina possuindo uma proporção maior de calçadas mais largas. Segundo, observa-se a diminuição da taxa de arborização em classes de calçadas mais largas no Jardim Eulina. Essas informações sugerem que outros fatores, além da largura das calçadas, podem influenciar a arborização urbana.

O Jardim Eulina apresenta uma queda no número de indivíduos com DAP (diâmetro a altura do peito) da classe de até 15 centímetros. Se tal tendência se mantiver, possivelmente ocorrerá a diminuição da taxa de arborização do bairro.

As melhores taxas de arborização estão em áreas consideradas como de uso comum: calçadas de imóveis institucionais, como escolas e instituições assistenciais. Já as piores taxas estão em calçadas de: imóveis comerciais/industriais, e calçadas de terrenos ou áreas públicas: praças, escola, e área margeando córrego Ribeirão Quilombo. No caso dos imóveis comerciais, a baixa taxa de arborização pode estar relacionada com a busca por maximização do lucro, decorrente da diminuição de possíveis custos com o manejo, e a maximização de pontos de acesso veicular ao lote. Mais estudos precisam ser realizados para validar essas tendências e verificar as possíveis causas da baixa arborização em diferentes tipos de ocupação.

Referências

AGUIRRE JUNIOR, J. H. de; LIMA, A. M. L. P. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. **Revista SBAU**, vol. 2, no. 4, p. 50–66, 2007. .

AGUIRRE JUNIOR, J. H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas / SP: histórico, situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí**. 2008. 121 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**, vol. 70, no. 3, p. 295–310, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X).

ALVAREZ, I. A.; DEL NERO VELASCO, G.; BARBIN, H. S.; LIMA, A. M. L. P.; DO COUTO, H. T. Z. Comparison of two sampling methods for estimating urban tree density. **Journal of Arboriculture**, vol. 31, no. 5, p. 209–213, 2005. .

ALVAREZ, I. A.; GALLO, B. C.; GARÇON, E. A. M.; OSHIRO, O. T. Street tree inventory of Campinas, Brazil: An instrument for urban forestry management and planning. **Arboriculture and Urban Forestry**, vol. 41, no. 5, p. 233–244, 2015. .

ANGEOLETTO, F.; FELLOWES, M. D. E.; SANTOS, J. W. M. C. Counting Brazil's Urban Trees Will Help Make Brazil's Urban Trees Count. **Journal of Forestry**, vol. 116, no. 5, p. 489–490, 2018. <https://doi.org/10.1093/jofore/fvy026>.

BRANDT, L.; DERBY LEWIS, A.; FAHEY, R.; SCOTT, L.; DARLING, L.; SWANSTON, C. A framework for adapting urban forests to climate change. **Environmental Science and Policy**, vol. 66, p. 393–402, 2016. DOI 10.1016/j.envsci.2016.06.005. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.005>.

CIDADEON. Obras podem ter causado queda de figueira que matou homem em Campinas, diz Comdema. , p. 1–4, 2023. Available at: <https://www.acidadeon.com/campinas/cotidiano/bosque-obras-podem-ter-causado-queda-de-figueira-que-matou-homem-em-campinas-diz-comdema/>.

CIELO FILHO, R.; SANTIN, R. Estudo florístico e fitossociológico de um fragmento florestal urbano—Bosque dos Alemães, Campinas, SP. **Brazilian Journal of Botany**, , p. 25(3):291–301., 2002. .

CIRINO, D. W.; TAMBOSI, L. R.; MAUAD, T.; DE FREITAS, S. R.; METZGER, J. P. Balanced spatial distribution of green areas creates healthier urban landscapes. **Journal of Applied Ecology**, vol. 59, no. 7, p. 1884–1896, 2022. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14195>.

CROESER, T.; ORDÓÑEZ, C.; THRELFALL, C.; KENDAL, D.; VAN DER REE, R.; CALLOW, D.; LIVESLEY, S. J. Patterns of tree removal and canopy change on public and private land in the City of Melbourne. **Sustainable Cities and Society**, vol. 56, no. January, p. 102096, 2020. DOI 10.1016/j.scs.2020.102096. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102096>.

ESPERON-RODRIGUEZ, M.; POWER, S. A.; TJOELKER, M. G.; RYMER, P. D. Future climate risk and urban tree inventories in Australian cities: Pitfalls, possibilities and practical considerations. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 78, no. April, p. 127769, 2022. DOI 10.1016/j.ufug.2022.127769. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127769>.

G1. Podas drásticas e mortes de árvores: MP move ação contra Prefeitura e CPFL para impedir corte indiscriminado em Campinas. 2023a. .

G1. Tragédia no Taquaral: sobrevivente de queda de árvore gigante recebe alta após 10 dias internada. **G1**, Campinas, , p. 1–10, Mar. 2023b. Available at: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2023/02/03/tragedia-no-taquaral-sobrevivente-de-queda-de-arvore-gigante-recebe-alta-apos-10-dias-internada.ghtml>.

GAUC. **Guia Arborizacao Urbana de Campinas**. [S. l.]: Prefeitura Municipal de Campinas, 2007.

GONG, C.; CHEN, J.; YU, S. Biotic homogenization and differentiation of the flora in artificial and near-natural habitats across urban green spaces. **Landscape and Urban Planning**, vol. 120, p. 158–169, 1 Dec. 2013. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2013.08.006>.

GONG, C.; CHEN, J.; YU, S. Spatiotemporal dynamics of urban forest conversion through model urbanization in Shenzhen, China. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 32, no. 24, p. 9071–9092, 20 Dec. 2011. DOI 10.1080/01431161.2010.549848. Available at:

<https://doi.org/10.1080/01431161.2010.549848>.

HILBERT, B. D. R.; ROMAN, L. A.; KOESER, A. K.; VOGT, J.; DOORN, N. S. Van. Urban Tree Mortality: A Literature Review. vol. 45, no. September, p. 167–200, 2019. .

HOEGH-GULDBERG; BRUNO, J. F. Evaluating the Impact of Climate Change on the World's Marine Ecosystems. **Management**, vol. 328, no. June, p. 2613–2621, 2010. .

IPCC. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. **Climate Change 2021 – The Physical Science Basis**, 2021. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>.

LAVY, B. L.; HAGELMAN, R. R. Spatial and Temporal Patterns Associated with Permitted Tree Removal in Austin, Texas, 2002–2011. **Professional Geographer**, vol. 69, no. 4, p. 539–552, 2017. <https://doi.org/10.1080/00330124.2016.1266953>.

LENOIR, J.; ROMAIN, B.; LISE, C. Species better track climate warming in the oceans than on land. 2020. .

LIVESLEY, S. J.; MCPHERSON, E. G.; CALFAPIETRA, C. The Urban Forest and Ecosystem Services: Impacts on Urban Water, Heat, and Pollution Cycles at the Tree, Street, and City Scale. vol. 124, p. 119–124, 2016. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.11.0567>.

LOUZADA, F. R. O.; SANTOS, A. R.; SILVA, A.; OLIVEIRA, O. M.; OLIVEIRA, G. G.; PAULO, S. V; ESTEVES, P. J. Proposal of ecological corridors for interconnection of State Parks by using geotechnology, Espírito Santo (ES)-Brazil. vol. 53, p. 239–254, 2013. .

MARCHIN, R. M.; ESPERON-RODRIGUEZ, M.; TJOELKER, M. G.; ELLSWORTH, D. S. Crown dieback and mortality of urban trees linked to heatwaves during extreme drought. **Science of The Total Environment**, vol. 850, p. 157915, 1 Dec. 2022. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2022.157915>.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. 2nd ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005.

MCPHERSON, E. G.; MUCHNICK, J. Effects of Street Tree Shade on Asphalt Concrete Pavement Performance. **Arboriculture & Urban Forestry (AUF)**, vol. 31, no. 6, p. 303–310, 1 Nov. 2005. DOI 10.48044/JAUF.2005.039. Available at: <https://auf.isa-arbor.com/content/31/6/303>. Accessed on: 12 Dec. 2023.

MORGENROTH, J.; ÖSTBERG, J.; KONIJNENDIJK VAN DEN BOSCH, C.; NIELSEN, A. B.; HAUER, R.; SJÖMAN, H.; CHEN, W.; JANSSON, M. Urban tree diversity—Taking stock and looking ahead. **Urban Forestry & Urban Greening**, vol. 15, p. 1–5, 1 Jan. 2016. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2015.11.003>.

NIELSEN, A. B.; ÖSTBERG, J.; DELSHAMMAR, T. Review of urban tree inventory methods used to collect data at single-tree level. **Arboriculture and Urban Forestry**, vol. 40, no. 2, p. 96–111, 1 Mar. 2014. <https://doi.org/10.48044/jauf.2014.011>.

ORDÓÑEZ, C.; DUINKER, P. N. Assessing the vulnerability of urban forests to climate change. **Environmental Reviews**, vol. 22, no. 3, p. 311–321, 2014. <https://doi.org/10.1139/er-2013-0078>.

PAIVA, H. N. D.; GONÇALVES, W. **Florestas urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida**. 2nd ed. Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2002.

RAMAGE, B. S.; ROMAN, L. A.; DUKES, J. S. Relationships between urban tree communities and the biomes in which they reside. **Applied Vegetation Science**, vol. 16, no. 1, p. 8–20, 2013. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2012.01205.x>.

ROGERS, K.; SACRE, K.; GOODENOUGH, J.; DOICK, K. **Valuing London's Urban Forest**. [*S. l.: s. n.*], 2015.

ROMAN, L. A.; BATTLES, J. J.; MCBRIDE, J. R. The balance of planting and mortality in a street tree population. **Urban Ecosystems**, vol. 17, no. 2, p. 387–404, 2014. <https://doi.org/10.1007/s11252-013-0320-5>.

ROMAN, L. A.; WALKER, L. A.; MARTINEAU, C. M.; MUFFLY, D. J.; MACQUEEN, S. A.; HARRIS, W. Stewardship matters: Case studies in establishment success of urban trees. **Urban Forestry & Urban Greening**, vol. 14, no. 4, p. 1174–1182, 1 Jan. 2015. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2015.11.001>.

SANTAMOUR, F. S. Trees for urban planting: Diversity, Uniformity, and Common Sense. **Proceedings of the Seventh Conference of The Metropolitan Tree Improvement Alliance**, vol. 7, p. 57–65, 1990. .

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): Mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando a conservação**. 1999. 185 f. Universidade Estadual de Campinas, 1999.

UNDESA, D. de A. E. e S. das N. U. **World Urbanization Prospects 2022**. [S. l.: s. n.], 2022.

VIEZZER, J.; SCHMIDT, M. A. R.; DOS REIS, A. R. N.; FREIMAN, F. P.; DE MORAES, E. N.; BIONDI, D. Restoration of urban forests to reduce flood susceptibility: A starting point. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, vol. 74, p. 102944, 2022. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102944>. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922001637>.

VOLPE-FILIK, A. Trincas nas calçadas e espécies muito utilizadas na arborização: comparação entre Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Dc.) e Falsa-murta (*Murraya paniculata* (L.) Jacq.), no município de Piracicaba/SP. **Dissertação**, , p. 1–39, 2009. .

YOUNG, R. F.; MCPHERSON, E. G. Governing metropolitan green infrastructure in the United States. **Landscape and Urban Planning**, vol. 109, no. 1, p. 67–75, 1 Jan. 2013. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2012.09.004>.

4 ÁRVORE PARA QUE? PERCEPÇÃO SOBRE OS SERVIÇOS AMBIENTAIS PRESTADOS PELA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA

4.1 Introdução

As árvores urbanas apoiam a sustentabilidade urbana, contribuindo para a saúde ambiental, econômica e social das comunidades urbanas através da prestação de serviços ecossistêmicos fundamentais (BARÓ; HAM, 2014; CIRINO *et al.*, 2022). Apesar de todos os benefícios prestados, as florestas urbanas estão diminuindo mundialmente devido às ações dos diversos agentes atuantes no contexto urbano (AGUIRRE JUNIOR, 2008; CROESER *et al.*, 2020; LAVY; HAGELMAN, 2017), às alterações climáticas, e à desvalorização cultural (CARMICHAEL; MCDONOUGH, 2019). O contexto da Crise Ambiental exige mais do que nunca cidades mais verdes, onde as árvores sejam elementos-chave do tecido urbano e instrumentos de infraestrutura (NICOLAS; JOUET; LIOGER, 2021; NOWAK; CRANE, 2002; PETRI; WILSON; KOESER, 2019a). Logo, faz-se necessário ampliar a quantidade de árvores urbanas, além de proteger as existentes, de forma a tornar as cidades ambientalmente inclusivas, seguras e mais resilientes (CARTER *et al.*, 2015; UN, 2017). O que os últimos séculos de urbanização demonstram é que o sucesso da implementação da arborização urbana depende de uma série de fatores: projeto, técnica utilizada na execução do plantio, qualidade das mudas, proteção e manutenção das mudas. Mas o fator determinante é a aceitabilidade da população com relação à arborização urbana que, por sua vez, depende da verificação de seus desejos e necessidades (DREW-SMYTHE *et al.*, 2023). Os mesmos autores ainda compreendem que, a maneira como os cidadãos percebem a arborização passa a ser o ponto de partida para criar políticas públicas de conscientização dos benefícios prestados por esse patrimônio.

O senso comum diz que “as árvores são boas”. Mas o que é demonstrado pela paisagem, e quando disponíveis, por censos e inventários, é que essa afirmação não faz a transição do discurso para a realidade. As possíveis causas para isso podem ser a de que nem todos os serviços prestados são conhecidos, ou então, de que os possíveis desserviços não estejam sendo adequadamente considerados ou tratados, de forma a convencer os envolvidos. Alguns serviços ambientais, como a regulação da temperatura, do barulho, ou a retenção de poluentes, ocorrem independente independentemente do fato de serem percebidos ou não pela população (GLOBO, 2023). Outros, como o prazer estético e o sentimento de pertencimento pela referência cultural (ZHAO; XU; LI, 2017) dependem da

relação que a população tem com a arborização para serem percebidos. Quando os serviços são ignorados, o que pode restar é apenas a percepção dos desserviços (ROMAN *et al.*, 2021). Nestes casos, embora uma maior exposição às árvores urbanas possa ser benéfica para a saúde e o bem-estar, o aumento das árvores sem ter em conta a forma como a comunidade as vivencia, pode trazer resultados prejudiciais (DREW-SMYTHER *et al.*, 2023; ROMAN *et al.*, 2021).

Segundo Alvarez *et al* (2015), Campinas apresenta diferentes taxas de arborização em função da condição socioeconômica da área verificada. Em corroboração à essa constatação, estudo como o de Lo *et al.* (2017) verificou que fatores sociais, econômicos e psicológicos - idade, gênero, nível de escolaridade, condição econômica, a origem étnico-racial, ou vínculo emocional - podem influenciar as opiniões e atitudes em relação às árvores urbanas. Além disso, segundo Schroeder *et al* (2006) existe a diferença de atitude da população a depender de qual extremo da percepção (da aversão ou da apreciação). Apesar de os desserviços serem compensados pelos serviços ambientais, pessoas que vivem próximas de árvores, e não gostam delas, tendem a queixar-se às autoridades locais, enquanto pessoas que têm opiniões mais positivas são propensas a permanecer em silêncio (SCHROEDER; FLANNIGAN; COLES, 2006).

O levantamento da percepção dessas comunidades em relação à arborização urbana permitirá inventariar os conhecimentos e crenças, permitindo a partir daí realizar um trabalho assertivo de conscientização, esclarecendo quais são os serviços, os desserviços, e as informações não fundamentadas sobre o tema (ROMAN *et al.*, 2021). Ao levar-se em consideração as preocupações mais relevantes dos moradores, fica explícito que a opinião deles é levada em consideração, postura importante para estabelecer uma abordagem inclusiva e criar um laço de confiança com a comunidade onde se planeja implementar um projeto de arborização urbana.

4.2 Materiais e Métodos

O questionário utilizado nesta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética (parecer número 5.567.162) e com ele foram realizadas entrevistas de entrevistas (CUNHA; CANAN, 2015) guiadas por um roteiro estruturado (SILVA; FREIRE, 2010). A amostra foi composta por 300 pessoas, 200 do Jardim Eulina, sendo 50 na favelinha, 50 em residências próximas a praça Elis Regina, e 100 em áreas com residências de padrão

construtivo e econômico intermediário; e mais 100 entrevistas no Vila Esperança, 30 na área com os menores lotes do loteamento, e 70 no restante do bairro. As entrevistas seguiram dois métodos: online, com disponibilização de cartazes informativos sobre a pesquisa em locais de grande movimento de pessoas, e também o método face a face (LO; JIM, 2012). Aos moradores que aceitaram participar da entrevista ao vivo, foi fornecido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para que os mesmos pudessem ler e assinar (CRESWELL, 2014). A pesquisadora ficou com uma das vias assinada. Adolescentes com idades a partir de 12 anos, também puderam se voluntariar a responder o questionário caso um dos responsáveis estivessem presente para fornecer o TCLE. Menores de idade que participassem da pesquisa, além da autorização fornecida pelos pais, deveriam assinar o TALE (Termo de Assentimento Livre Esclarecido) (APÊNDICE A).

A pesquisadora entrevistou moradores de ruas pré-determinadas, dentro de áreas caracterizadas por um padrão socioeconômico específico: residências de alto, médio e baixo padrão, definido em função das características urbanísticas e dimensões dos lotes e construções. O bairro Jardim Eulina possui três padrões de habitação bem distintos, e o Loteamento Vila Esperança possui dois, seguindo o método de amostragem estratificada simples. Os materiais utilizados foram: autorizações impressas em duas vias, prancheta, caneta, tablete com acesso à internet, e cartazes informativos sobre a pesquisa.

O questionário abrange dados sociodemográficos, econômicos, além de conhecimentos sobre o tema, e da percepção sobre serviços ambientais prestados pela arborização da rua em que moram. Seu preenchimento teve duração prevista de 10 a 15 minutos, com questões fechadas, método survey (HAIR et al., 2005a), sendo as questões de percepção com respostas baseadas em uma escala Likert (CARRUS et al., 2015), variando em uma escala intervalar de possíveis respostas, entre 1 e 7. A versão inicial do questionário teve o intuito não apenas de averiguar a percepção da população, como também apresentar uma perspectiva de como seria o bairro com uma arborização dentro dos parâmetros técnicos considerados ideais. Durante o desenvolvimento do questionário as diretrizes do livro “Survey research and analysis: application parks recreation human dimensions” (tradução livre: “pesquisa e análise de pesquisa: aplicações em parques, recreação e dimensões humanas” (VASKE, 2008) passaram a ser utilizadas. Entretanto, durante a validação, muitas pessoas não conseguiam entender as perguntas, ou ficavam confusas com uma pergunta negativa seguida por uma pergunta afirmativa. Em função disso foram feitas alterações de forma a atender os parâmetros exigidos para esse tipo de pesquisa, e ainda

permitir o entendimento do maior número de pessoas (TABELA 5). Também foi oferecida uma folha de gabarito para os entrevistados que preferiam apontar para a resposta ao invés de verbalizá-la (FIGURA 19).

Tabela 5. Lista que assertivas presentes no questionário

Na rua onde moro:
Eu gostaria que existissem mais árvores.
A quantidade de árvores frutíferas é suficiente.
Estou satisfeito com a quantidade de arvores com flores.
Conforto residencial
Não acho que árvore na calçada atrapalha a iluminação na minha casa.
Minha casa fica muito quente no verão.
Minha casa é gelada no inverno.
Gosto de tomar sol na calçada durante o inverno.
Com relação a arborização viária, você acredita que ela(1):
Poderá ajudar a me proteger das mudanças climáticas
Atrapalha o banho de sol durante o inverno.
Diminui a frequência e a gravidade de doenças cardíacas nos moradores.
Causa danos à fiação.
Atrai pássaros e outros animais.
Entope calhas.
Reduz a poluição do ar.
Reduz a temperatura do ambiente.
Aumenta a umidade do ar.
Reduz inundações
Causa danos às calçadas e imóveis.
Embeleza a paisagem.
Suja a calçada.
Valoriza os imóveis.
Dificulta o trânsito de pedestres.
Diminui o ruído.
Aumenta a quantidade de assaltos.
Com relação a arborização viária (2)
Eu gostaria de aprender como usar a arborização para melhorar minha qualidade de vida.
As árvores interferem no meu estado de ânimo.
O gasto com energia elétrica é maior quanto menor for o sombreamento produzido pelas árvores.
Informações sociodemográficas
Qual é a sua idade?
Qual a sua localidade de origem?
Qual o seu grau de escolaridade?
Há quantos anos você mora/frequenta a cidade de Campinas?
Qual a sua renda mensal?
Caso deseje, insira um comentário.
Fonte: a autora



Figura 19. Folha gabarito das alternativas entregue aos entrevistados pela pesquisadora. Fonte: a autora.

4.3 Resultados e Discussão

Parte dos entrevistados demonstrou hesitação, quando não certa ansiedade, para comunicar as respostas. Nestes momentos foi reafirmado não haver resposta certa ou errada, pois o objetivo não era averiguar conhecimento formal, e sim saber como o entrevistado se sentia em relação aos pontos questionados.

Dos 305 questionários respondidos, quatro foram excluídos por apresentarem respostas impossíveis (ex.: pré-adolescentes com pós-graduação). Para evitar perda de respostas por abandono do preenchimento, as perguntas não eram compulsórias, e por isso dos 301 questionários remanescentes, nem todos possuíam todas as questões respondidas. Destes, 136 questionários (45,18%) foram preenchidos pelos próprios voluntários utilizando celular próprio após a leitura do QR code da pesquisa online, ou tablet fornecido pela pesquisadora, e 165 (54,8%) preenchidos pela pesquisadora (FIGURA 20).

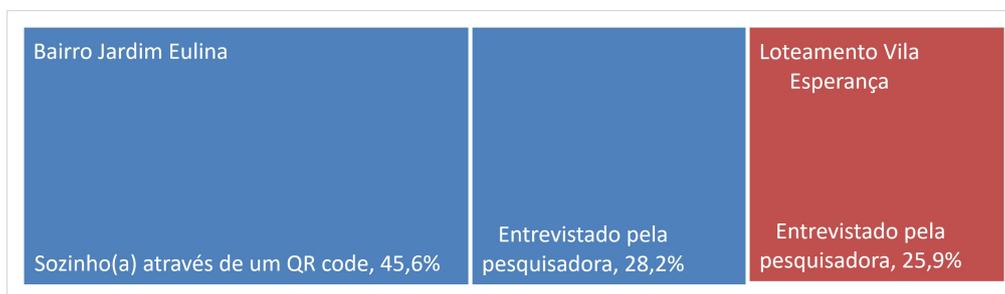


Figura 20. Mapa de árvore apresentando a proporção entre a localidade de origem dos questionários respondidos e o método de preenchimento do questionário. Fonte: a autora

4.3.1 Perfil sócio demográfico dos respondentes

Como indicado em Materiais e Métodos, a população do bairro Jardim Eulina é maior do que a do Loteamento Vila Esperança, e por essa razão a maior parte dos questionários foi aplicado no Bairro (FIGURA 20).

Dos 301 questionários, 152 afirmaram pertencer ao gênero masculino (48,8%), 147 ao gênero feminino (50,1%), e apenas 3 (1%) escolheram a opção não binário como resposta à pergunta identidade de gênero, não atendendo ao percentual estatístico mínimo. Por isso, as variáveis escolhidas para análise serão comparadas apenas entre os gêneros masculino e feminino. Mais da metade dos entrevistados tem até 19 anos de idade (56,1%) (FIGURAS 21 e 22).

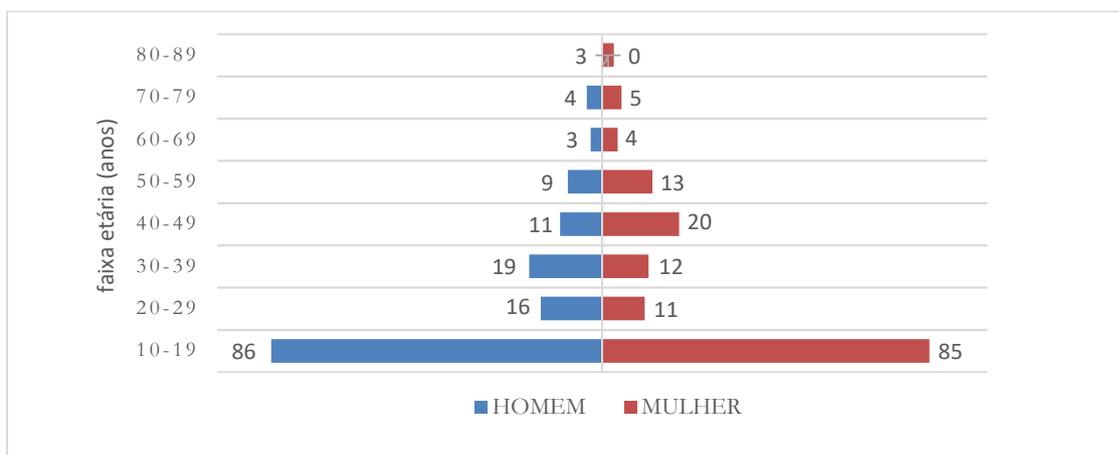


Figura 21. Pirâmide etária da população amostrada. Fonte: a autora



Figura 22. Fotos da aplicação do questionário no colégio E. E Hildebrando Siqueira, no Jardim Eulina. Fonte: a autora

No quesito escolaridade, o maior percentual foi o grupo com Ensino Fundamental incompleto (27,5%), seguido por Ensino Médio completo (25,2%), Ensino Médio incompleto (20,8%), Ensino Fundamental completo (16,4%), Ensino Superior completo (7%), pós-graduados (2%). O menor grupo foi o de Ensino Superior incompleto (1%) (FIGURA 23). Quanto a renda, 41% dos respondentes preferiram não informá-la (FIGURA 24).

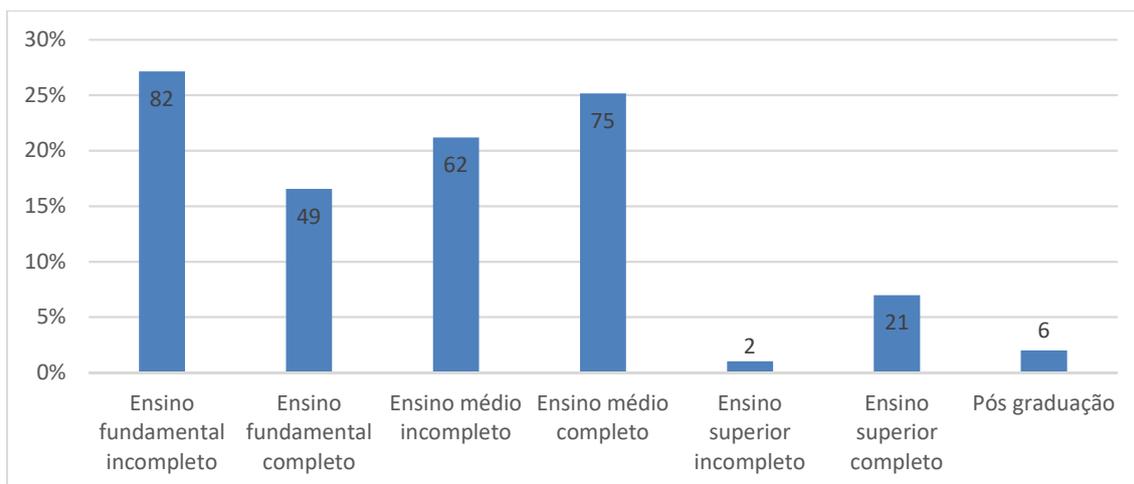


Figura 23. Gráfico de percentual e contagem de respondentes por nível de escolaridade. Fonte: a autora

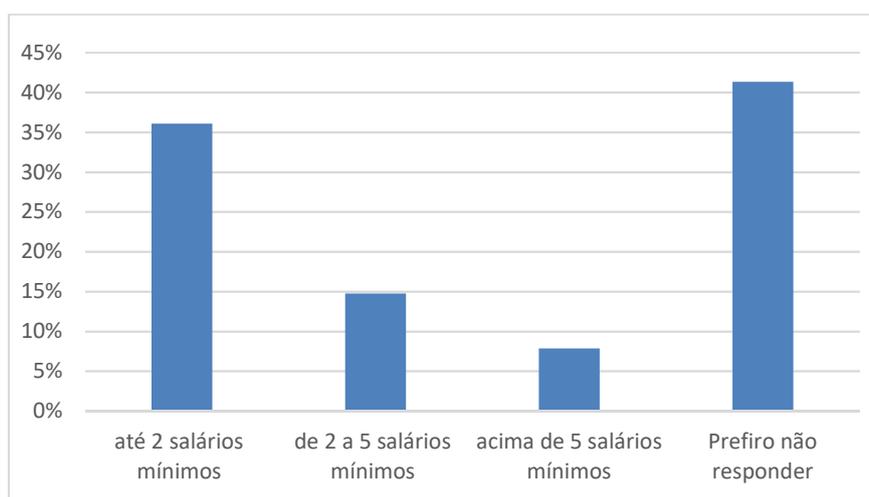


Figura 24. Gráfico de renda familiar da amostra. Fonte: a autora

Origem geográfica da população e sua importância

Existe uma diferença importante no percentual de origem das populações das duas áreas de estudo. No bairro, 75,22% da população é natural de Campinas, e apenas

6,25% é migrante das regiões Norte ou Nordeste do país. Já no loteamento, 46% é campineira e 27,27% é oriunda das regiões Norte ou Nordeste (FIGURA 25). Tal diferença é importante ao avaliarmos a questão “eu gostaria que existissem mais árvores” pois, segundo pesquisa “Arborização na cidade de Campinas/SP, percepção e conforto” (DOBBERT, 2015), moradores oriundos da região Nordeste parecem ser mais adaptados à altas temperaturas, quando comparados à outras populações, fator determinante para desejar ou não o serviço ambiental de resfriamento térmico prestado pela arborização. Entretanto, a taxa de desejo por mais árvores é maior na área com mais moradores das regiões Norte e Nordeste: 81,25% no Vila Esperança versus 77,23% no Jardim Eulina. Uma possível explicação para esse resultado, mesmo com as duas áreas de estudo possuindo praticamente a mesma da árvores por quilômetro, está no fato de o patriônio arbóreo presente no Vila Esperança, em função de sua características (CAPÍTULO 3), oferecer menos serviços ambientais do que o patriônio presente no Jardim Eulina.

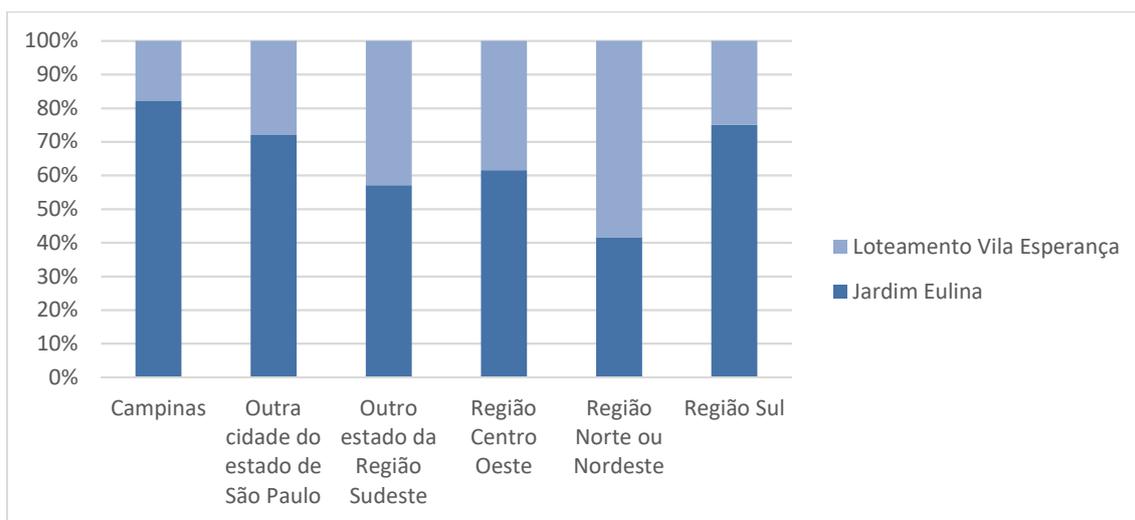


Figura 25. Gráfico populacional quanto a região de origem por localidade de estudo. Fonte: A autora.

4.3.2 Análise por assertiva

Expectativas quanto à arborização

Para que a resposta não fosse influenciada pelo conteúdo ou reflexão que outras perguntas do questionário pudessem causar no entrevistado (a), a primeira pergunta do questionário foi propositalmente sobre o desejo da existência ou não de mais árvores. Apenas 33 pessoas (11%) responderam discordaram em algum grau da afirmação, e 30

(10%) ficaram neutras (FIGURA 26).

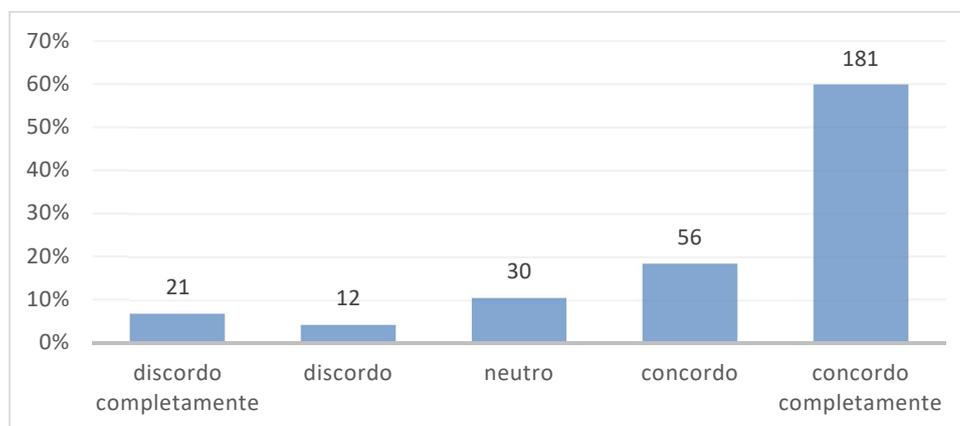


Figura 26. Gráfico de percentual e contagem de resposta a afirmação “Eu gostaria que existissem mais árvores”. Fonte: a autora.

Apesar de a maioria dos entrevistados afirmar desejar mais árvores (78%) (FIGURA 26), o que foi observado nas duas áreas de estudo (FIGURA 27), e confirmado pelo censo e pelo inventário, é que na maioria das residências não há árvores plantadas nas calçadas, mesmo em calçadas com largura de 2 metros ou mais, demonstrando uma dissonância entre o que foi respondido nos questionários e o que de fato é praticado. Entretanto, esse cenário possui responsabilidade compartilhada tendo em vista que à priori é de responsabilidade da administração municipal a realização do planejamento, implantação e manutenção da arborização viária. Segundo o artigo 7º da Lei Ordinária 11.571, aprovada pela câmara dos vereadores de Campinas em 2003, “o munícipe poderá efetuar nas vias públicas, às suas expensas, o plantio e replantio de árvores em frente à sua propriedade, apenas mediante autorização por escrito do órgão municipal responsável pela arborização urbana, observadas as recomendações do Guia de Arborização Urbana de Campinas (GAUC, 2007)”. Como essa exigência legal é desconhecida pela maioria dos moradores do município, o objetivo da análise foi descobrir a razão que leva os entrevistados a não cultivar árvores em suas calçadas. Para isso, a análise dos resultados focou nas respostas obtidas pela população que admitiu não desejar mais árvores, ou ficar neutro em relação à pergunta **“estou satisfeito com a quantidade de árvores”** (alternativas 1, 2 e 3).



Figura 27. a) trecho de via sem calçada na Favelinha do Jardim Eulina b) calçada de 3 metros de largura sem nenhuma vegetação também na Favelinha c) e d) ruas do Vila Esperança e do Jardim Eulina, respectivamente. Fonte: a autora. Fotos do Loteamento Vila Esperança e do Bairro Jardim Eulina. Fonte: A autora.

Embora o percentual de respondentes do gênero feminino seja apenas um pouco maior (0,05%), o número de respondentes que não gostaria que existissem mais árvores é proporcionalmente maior: 7% das mulheres e 4,3% dos homens (FIGURA 28). Tal dado contrapõe trabalhos científicos que indicam que mulheres são mais propensas a pensar no bem coletivo (Gidron, N. et al, 2012). No entanto, na maioria dos lares, são elas que cuidam dos afazeres domésticos (KAN, 2008; MADALOZZO; MARTINS; SHIRATORI, 2010), o que sugere que a sobrecarga de demandas pode ser a justificativa para esse resultado.

Ao comparar o perfil etário da população que não deseja mais árvores (FIGURA 28) ao perfil etário da amostra total (FIGURA 21), notamos que a população avessa ao aumento da arborização, no caso do gênero feminino, está mais distribuída em diferentes faixas etárias, mesmo a amostra possuindo maior número de entrevistados até 19 anos de idade, o que reforça a conclusão do parágrafo anterior.

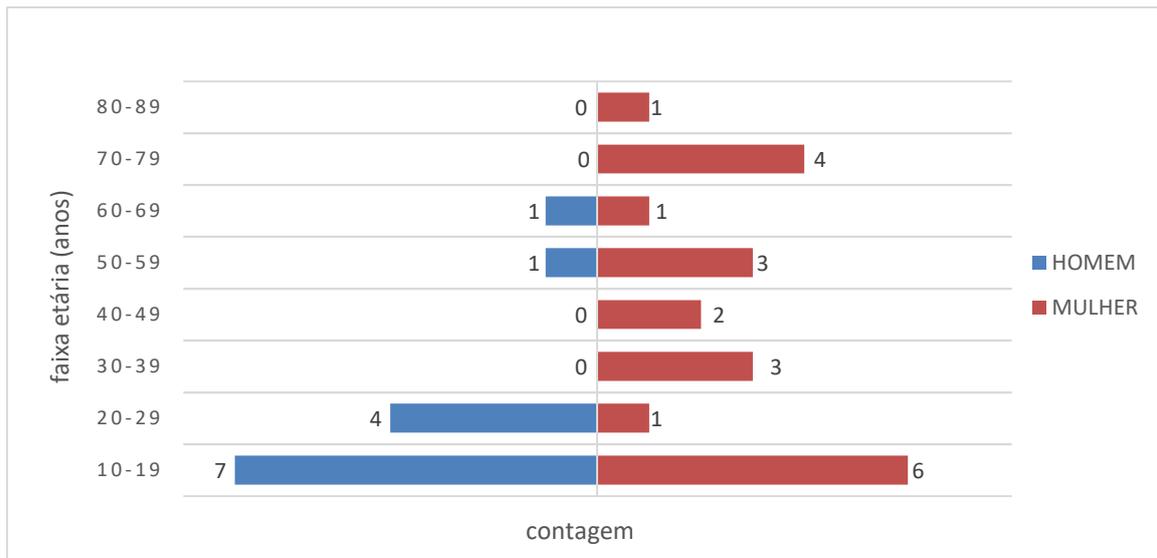


Figura 28. Pirâmide etária com contagem dos respondentes que estão satisfeitos com a quantidade de árvores existentes. Fonte: a autora.

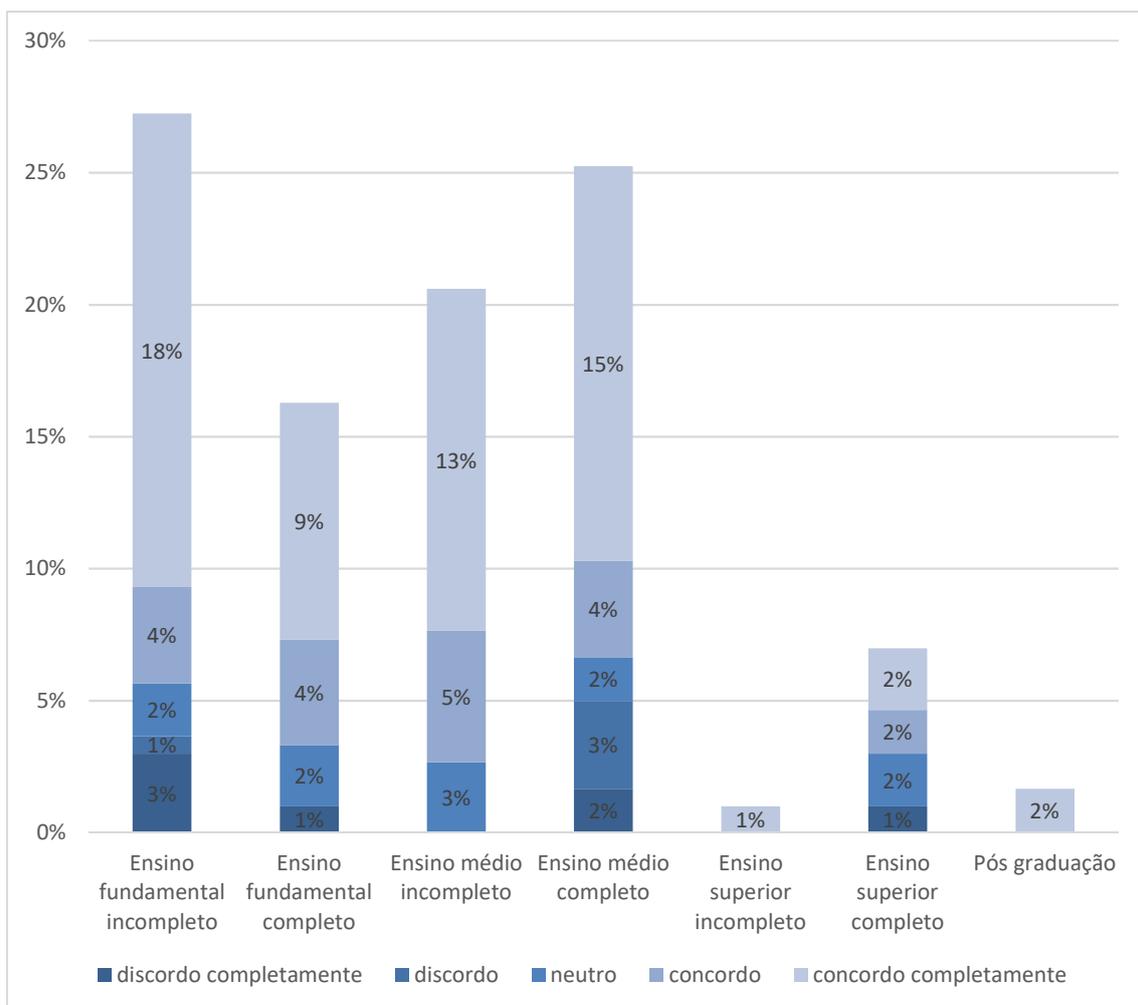


Figura 29. Gráfico com percentual da relação escolaridade versus satisfação com a arborização existente. Fonte: a autora.

Da parcela que discordou ou discordou completamente da assertiva “**eu gostaria que existissem mais árvores**”, a escolaridade mais representada é a de adultos com Ensino Médio completo (59%), seguida por pessoas com Ensino Superior completo (18%) (FIGURA 29). Não houve respondentes com Ensino Superior incompleto nesta parcela de respondentes. Pessoas com pós-graduação estavam presentes apenas na parcela que concordou ou concordou completamente com a assertiva “**eu gostaria que existissem mais árvores**” (FIGURA 29).



Figura 30. Foto de moradores do Loteamento Vila Esperança tomando banho de sol durante uma manhã gelada de inverno. Fonte: A autora.

Qualidade arquitetônica (iluminação e temperatura residencial), e sua relação com o banho de sol

Quase metade (44,1%) afirmou gostar de tomar **banho de sol na calçada durante o inverno** (FIGURA 30). Mais da metade dos respondentes (53,3%) afirmaram que **suas casas são muito geladas no inverno**. A taxa de desconforto térmico relatada

foi maior com relação ao calor durante o verão (65,7%) (FIGURA 31). A pesquisa de percepção foi realizada do final de outubro de 2022 até o início de fevereiro de 2023. A maioria (61,2%) concordou com a assertiva **“Não acho que árvore na calçada atrapalha a iluminação da minha casa”**. Mas é importante considerar que essa pergunta se dá em um contexto em que a maioria das casas não tem árvore na calçada, ou se tem, é de pequeno porte ou de porte arbustivo.

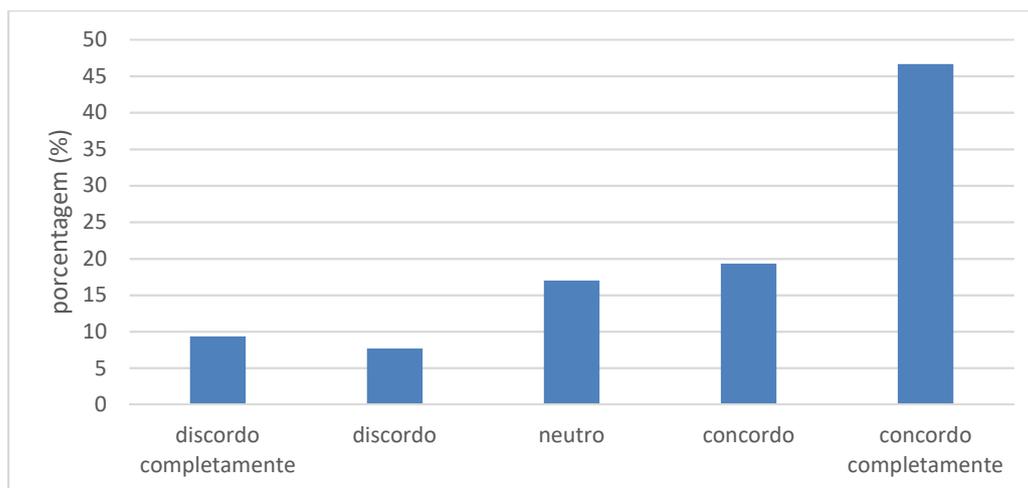


Figura 31. Gráfico porcentagem sobre a assertiva “minha casa fica muito quente no verão”. Fonte: A autora.

Conhecimento sobre os serviços ambientais

Com relação ao conhecimento sobre os serviços ambientais prestados pela arborização viária, os resultados foram: 70,7% concordaram ou concordaram completamente com a assertiva **“poderá ajudar a me proteger das mudanças climáticas”**, compatível com as pesquisas científicas sobre o tema (ANDERSSON; BORGSTRÖM; MCPHEARSON, 2017; CARTER *et al.*, 2015; MARDEGAN, D., AGUIRRE JUNIOR J. H., MENDES F. H., 2023; PETRI; WILSON; KOESER, 2019b; YANG *et al.*, 2020). Porém, quando questionados sobre a capacidade dessa arborização de **reduzir inundações**, o maior grupo foi o intermediário (37%) indicando incerteza ou desconhecimento sobre a resposta (FIGURA 32). A presença de arborização reduz as inundações (CUNHA, 2018; SILVA, 2008), fenômeno que está previsto se intensificar como consequência do agravamento das mudanças climáticas. Essa diferença de percentuais talvez seja um indício de que os respondentes tendem a reverberar o discurso politicamente correto de que “as árvores são boas”, mas não sabendo exatamente como.

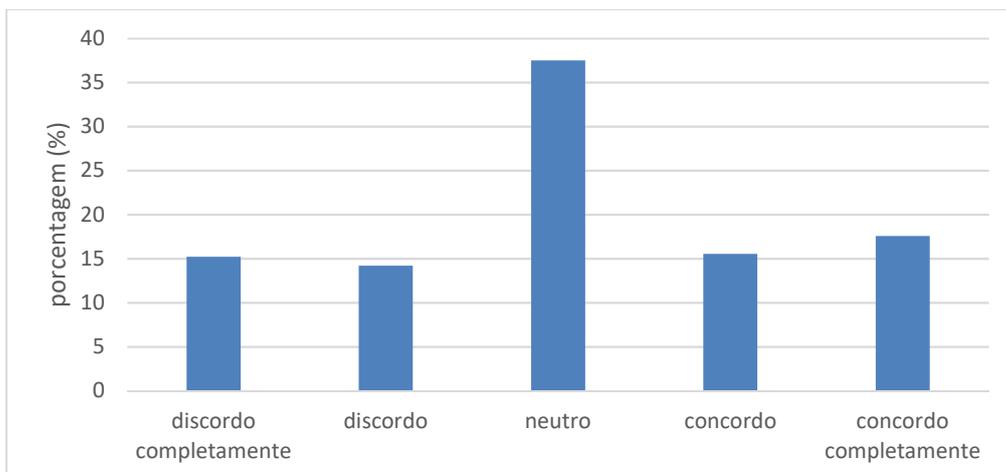


Figura 32. Gráfico sobre percepção da redução de inundações associada à arborização. Fonte: A autora.

As maiores taxas de concordância com relação aos serviços positivos prestados foram **“embeleza a paisagem”** e **“atrai pássaros e outros animais”**, com respectivamente 89,9% e 82,5% das respostas positivas. **“Reduz a temperatura do ambiente”** (AKBARI; POMERANTZ; TAHA, 2001; PETRI; WILSON; KOESER, 2019b; WANG, Yupeng; AKBARI, 2016b, a), e **“aumenta a umidade do ar”** (MARTINI; BIONDI; BATISTA, 2019) obtiveram 74,4% e 70,7% de concordância respectivamente.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera a umidade relativa do ar ideal entre 40% e 60%, sendo 30%, ou menos, uma situação de alerta. Segundo Angélica Pantano, pesquisadora do IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), a cada ano vem aumentando a quantidade de dias com baixos índices de umidade relativa do ar na cidade (PORTAL, 2021). Em um cenário em que a arborização viária seja implementada para melhorar a condição ambiental nos bairros, a escolha das espécies arbóreas para ampliar a umidade deve ser levada em consideração. Normalmente, árvores perenes têm taxa de evapotranspiração mais alta, pois a realizam durante o ano todo, seguidas por árvores decíduas e arbustos (MATHEUSSEN *et al.*, 2000).

O Loteamento V. Esperança possui alguns exemplos de calçadas com alto adensamento de vegetação, como pode ser visto nas figuras 33 e 34. Ainda assim, essas ocorrências são caracterizadas pela contenção, tanto na forma de implantação – vasos, canteiro reduzido, ou no canto próximo ao muro - como pelas espécies escolhidas (majoritariamente palmeiras). Isso pode ser um reflexo do desejo por vegetação em um

contexto de ausência de áreas permeáveis dentro dos lotes, que poderiam comportar jardins e quintais para acolherem as plantas ornamentais desejadas, além do medo de raízes e galhos das plantas, e seus potenciais de danificar estruturas.



Figura 33. Foto de fachada residencial no Loteamento Vila Esperança. Fonte: A autora.



Figura 34. Fotos de calçadas com menos de 3 metros de largura, intensamente arborizadas predominantemente com espécies de palmeiras. Loteamento Vila Esperança. Fonte: A autora.

Conhecimento sobre os serviços ambientais e econômicos

A seguir estão listadas as questões com maior percentual de respostas intermediárias (alternativa 3): discorda, não concorda nem discorda, ou não sabe.

Um terço dos respondentes (33,1%) escolheram a opção 3 para a assertiva: **“a arborização viária diminui a frequência e a gravidade de doenças cardíacas dos**

moradores”. Um quinto (19%) discordou da afirmação. Com relação à essa afirmação, a pesquisa realizada por Cirino *et al.* (2022) verificou que a arborização dispersa no território urbano, como ocorre no caso da arborização viária, tem se mostrado relevante para prevenir hospitalização por complicações cardiovasculares e respiratórias, provavelmente por proporcionar maior contato dos moradores com serviços ecossistêmicos ambientais e culturais que atuam na saúde humana, possibilitando maior usufruto.

Para a afirmação **“valoriza imóveis”**, a resposta neutra foi de 36,6%. A fim de entender melhor como e de que forma se dá essa valorização, alguns trabalhos têm sido realizados com o objetivo de primeiramente valorar a arborização (MCPHERSON; VAN DOORN; DE GOEDE, 2016a; ROGERS *et al.*, 2015). Um exemplo desses trabalhos foi **“Valorando a Floresta Urbana de Londres – resultados do Projeto Eco I-Tree”** (ROGERS *et al.*, 2015), trabalho em que foi utilizada a ferramenta i-Tree Eco para medir a estrutura da floresta urbana (atributos físicos como densidade das árvores, saúde das árvores, área foliar e biomassa), dimensionar os benefícios proporcionados por ela e, então, aferir valores expressos em termos monetários. Esse projeto foi resultado de uma força tarefa envolvendo a administração municipal, iniciativa privada, e mais de 200 voluntários, pelo entendimento comum de que, a partir das informações fornecidas por ele, seria possível conhecer o patrimônio arbóreo, conhecimento fundamental para implementar regimes adequados de gestão, manutenção, e novos plantios, possibilitando não só a manutenção das árvores existentes, mas também o aumento da cobertura no decorrer do tempo (Rogers *et al.* 2015). Segundo este mesmo, trabalho, uma árvore dentro da cidade de Londres chega a alcançar um valor 20 vezes maior do que uma árvore em uma floresta em função dos serviços prestados para a população urbana. De acordo com McPherson *et al.* (2016a), em estudo realizado em 50 cidades, dado um custo médio anual de manejo por árvore de 19 dolares, para cada 1 dolar gasto, 5,81 retorna em benefício.

No questionário, **“Diminui o ruído”** a opção com maior número foi a número 3: 41,1% das respostas (FIGURA 35). Existem pesquisas que verificaram o real abatimento do som, e pesquisas que verificaram a percepção de volume (ANDERSON; MULLIGAN; GOODMAN, 1984). Quanto ao abatimento do som, para se obter maior eficiência na redução do mesmo (COOK, 1980), em função da presença de vegetação, foi demonstrado que isso ocorre exigindo que haja uma série de linhas de árvores, preferencialmente, utilizando diferentes espécies, com diferentes formatos de copas e tamanhos de folhas. Em florestas, foi verificado que solos macios ajudam a reduzir a propagação do som, como no

caso de solos cobertos por forração. Todavia, a investigação com resultados mais relevantes talvez seja a que pesquisa as formas como as pessoas percebem, avaliam, e respondem ao som em diferentes ambientes urbanos, a depender da paisagem que é observada. Foi demonstrado que as avaliações que as pessoas fazem de fontes específicas de poluição sonora são modificadas pelo que esperam ouvir em um determinado ambiente. Ou seja, maior será tolerância ao ruído quando os sons são esperados. A presença de vegetação é determinante na avaliação que as pessoas fazem de um ambiente urbano, melhorando substancialmente a qualidade visual percebida, que, segundo o estudo de Anderson *et al.* (1984), é a que possui maior relevância na avaliação do observador quanto à qualidade de um espaço. Outro benefício que deve ser considerado a fim de verificar a viabilidade do investimento na arborização é a diminuição do vento (ANDERSON; MULLIGAN; GOODMAN, 1984).

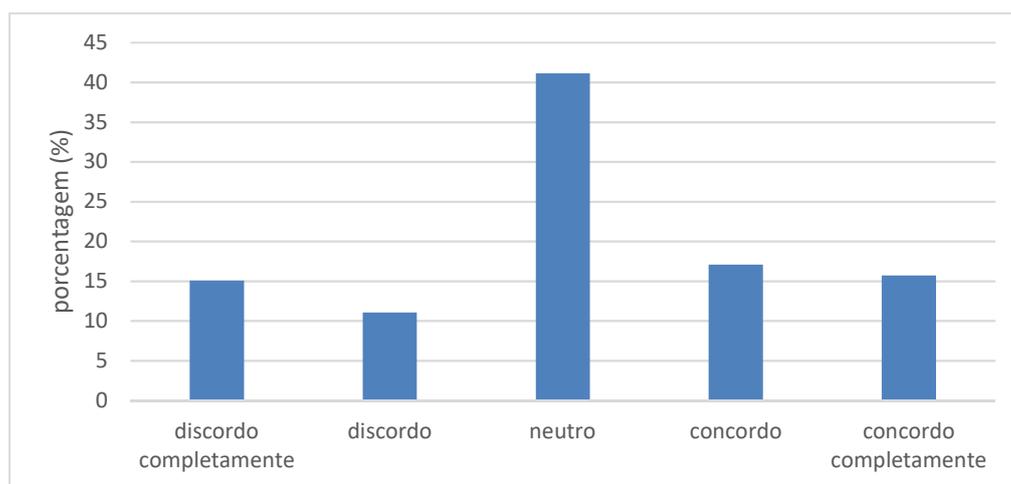


Figura 35. Gráfico de percepção da redução de ruído associada à arborização. Fonte: A autora.

Quando questionados se a arborização viária **reduz a temperatura do ambiente** apenas 7,5% dos respondentes discordaram da afirmação, e 10,1% optaram pela alternativa 3. Entretanto, ao responderem a assertiva **o gasto com energia elétrica é maior quanto menor for o sombreado produzido pelas árvores**, 39% optaram pela resposta neutra (opção 3), seguida pelas respostas de discordância (opções 1 e 2): 30,9%. Tais resultados revelam que, para a maior parte da população, essa correlação não é natural. A fim de verificar essa correlação, Wang e Akbari (2016b) realizaram experimentos comprovando que a ausência de arborização impacta na Ilha de Calor Urbano (ICU) de

diversas formas, uma vez que as árvores interceptam a energia solar. Sua sombra reduz a temperatura das superfícies, ao mesmo tempo que aumenta a troca de calor latente para o processo de evapotranspiração. O efeito da mitigação da ICU através do plantio de árvores se verifica não apenas na faixa de altura das árvores, mas também cerca de 20 metros acima das árvores, o que pode contribuir para a redução do consumo de energia também vários andares acima no nível das árvores de áreas centrais das cidades (WANG, Yupeng; AKBARI, 2016a). No artigo intitulado “Superfícies frescas e árvores de sombras para reduzir o uso de energia e melhorar a qualidade do ar em áreas urbanas” Akbari *et al.* (2001) verificaram a proporção do aumento de consumo de energia elétrica em função do aumento de temperatura no cenário norte americano, onde, desde 1940, a temperatura das grandes cidades aumentou entre 0,5°C e 3,08°C. De acordo com os resultados deste trabalho, a demanda por eletricidade nas cidades aumentou de 2 a 4% a cada aumento de 1°C na temperatura levando, portanto, a um aumento de 5 a 10% do consumo de energia (AKBARI; POMERANTZ; TAHA, 2001). Em São Paulo, Velasco (2007) verificou que os valores grau hora aumentaram à medida que a vegetação diminuiu, e que locais com maior percentual de cobertura vegetal apresentaram menor necessidade de refrigeração artificial.

Contrariando o que dizem as pesquisas sobre o assunto (BRATMAN *et al.*, 2015; DADVAND *et al.*, 2018; KUO; SULLIVAN, 2001), a maioria dos respondentes (30,3%) discordou completamente da afirmação **“as árvores não interferem no seu estado de ânimo”**, seguidos por 24% que concordam completamente. Ao agrupar respostas antagônicas, a proporção dos que discordam continua sendo maior dos que concordam com a afirmação: 42,3% discordam ou discordam completamente, versus 37,7% que concordam ou concordam completamente. Optaram por neutro 19,7% dos respondentes (FIGURA 36).

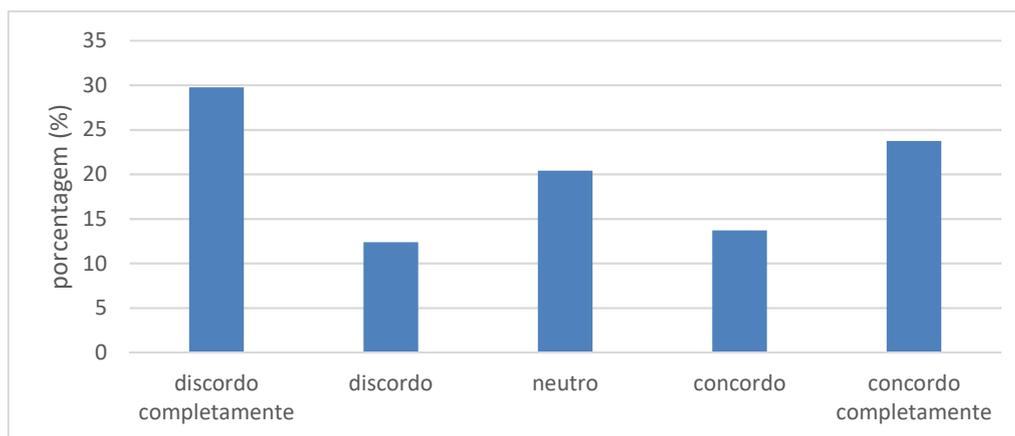


Figura 36. Gráfico de percepção sobre interferência da arborização viária no estado de ânimo. Fonte: A autora.

Percepção de responsabilidade

“A arborização causa danos à calçadas e imóveis” obteve 42,5% concordando ou concordando completamente. Quase um terço (29,4%) ficaram neutros (FIGURA 37). Na revisão sistemática presente no segundo capítulo desta dissertação, dos 27 artigos sobre inventários e censos arbóreos revistos (MANFRIM; ANGÉLICO; SILVA FILHO, 2023), apenas três avaliaram o espaço disponível para o desenvolvimento das árvores. Destes, dois indicaram que a maioria dos locais avaliados eram inadequados (BORTOLETO; SILVA FILHO, 2008; LOBATO *et al.*, 2021), indicando que os danos recorrentes causados a calçadas e imóveis podem ser consequência da inadequação dos canteiros (FIGURA 38). Importante salientar que a falsa murta, uma espécie arbustiva de pequeno porte, espécie dentre as mais presentes não apenas neste, mas também em outros levantamentos arbóreos (ALMEIDA; RONDON NETO, 2010; BENATTI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2016; PINHEIRO; MARCELINO; MOURA, 2020; ROCHA; LELES; OLIVEIRA NETO, 2004; ROSSETTI; TAVARES; PELLEGRINO, 2010; ZAMPRONI *et al.*, 2018), também danifica calçadas caso seus canteiros não sejam corretamente dimensionados, como demonstrou levantamento realizado por Volpe-Filik (2009), em que 68% dos exemplares de falsa murta danificaram as calçadas.

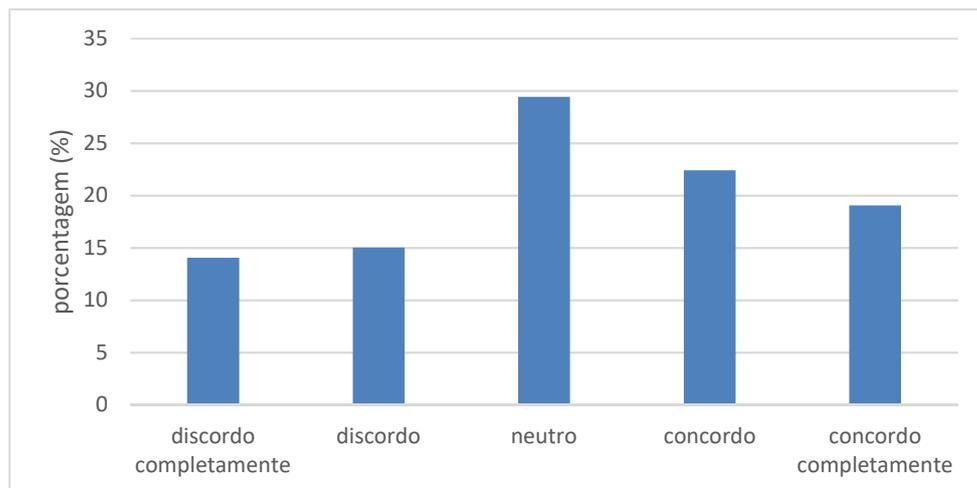


Figura 37. Gráfico de percepção sobre a relação entre arborização e danos às calçadas e aos imóveis. Fonte: A autora.



Figura 38. a) e b) Colo de sete copas e palmeira cimentados no Bairro Jardim Eulina. c) Colo recém-cimentado no Loteamento Vila Esperança. Fonte: A autora.

“A arborização viária dificulta o trânsito de pedestres” teve 47,5% dos respondentes discordando dessa assertiva. Dentre eles, uma moradora do Loteamento Vila Esperança, que afirmou: “as calçadas são intransitáveis independente da presença de árvores” (VASCONCELOS *et al.*, 2021). A figura 39 ilustra situações a que a moradora se refere: carros estacionados sobre calçadas, desníveis incompatíveis com a legislação de acessibilidade (NBR 9050), estocagem de materiais diversos, e até uma mureta. Entretanto, é preocupante verificar que mais da metade dos respondentes (52,5%) concordam ou não têm opinião sobre essa afirmação. A figura 38 apresenta árvores sem canteiros, situação em

que as raízes, com restrição de oxigênio e água, afloram na superfície do pavimento da calçada (MILANO; DALCIN, 2000). Portanto, o dano é causado por manejo incorreto, ao tratar um ser vivo como um objeto inanimado, desconsiderando o desenvolvimento do seu sistema radicular, seu sistema fisiológico, não proporcionando área mínima permeável de canteiro com solo de boa qualidade, para os plantios e a vida das árvores, desconsiderando suas necessidades fisiológicas (respiração e absorção de água e nutrientes) e o desenvolvimento do seu sistema radicular.



Figura 39. a) e b) Imagens de barreiras em calçadas por uso indevido, como: ocupação para depósito de materiais diversos, carros estacionados, espécies de árvores pequenas e arbustivas e, carros estacionados sobre as calçadas. c) e d) Imagens mostrando barreiras construtivas como mureta, degraus e desníveis. Fonte: a autora.

O paisagismo, e não a arborização viária corretamente executada, pode sim atrapalhar o trânsito de pedestres, como pode ser observado nas imagens a seguir (FIGURA 40). São intervenções em que o morador se apropria da calçada, ocupando-a integralmente com jardins. Este tipo de intervenção foi observado apenas no Vila Esperança. Lá os terrenos são menores do que os do Jardim Eulina (com exceção da Favelinha do Eulina), e muitas vezes 100% cobertos.



Figura 40. Fotos de calçadas com menos de 3 metros de largura transformadas em jardins. Fonte: A autora.

No Bairro Jardim Eulina, a interferência a passagem de pedestres foi observada majoritariamente pelo uso de espécies arbustivas (FIGURA 41) e, em menor escala, pelo depósito de materiais de construção civil, falta de manutenção do calçamento e estacionamento de veículos, mesmo nos casos de lotes maiores, ou localizados em vias mais largas.



Figura 41. Fotos de calçadas com largura de 3 metros no Bairro Jardim Eulina, ocupadas por palmeira, arbusto com poda topiária e cycas, bloqueando completamente a passagem ou plantas de jardim. Fonte: A autora.

Relato pessoal: Apesar de tantos registros de calçadas sendo bloqueadas por uso incorreto, foi apenas durante a medição de uma grande Sibipiruna, *Cenostigma pluviosum*, (FIGURA 42a) no bairro Jardim Eulina que um carro com dois homens se aproximou a fim de reclamar da árvore em questão. Um deles alegou que “esta árvore está muito grande

e faz muita sujeira”. Em seguida que “ela está estragando a calçada e impedindo a passagem de um cadeirante morador do bairro”. Um trecho da calçada em mosaico português estava de fato danificado, como pode ser observado na imagem, mas por falta de manutenção. Também existiam outros trechos de calçada daquela rua inviáveis à passagem de um cadeirante, mas por escolha de espécies incorretas, poda topiaria baixa (FIGURA 41), estacionamento de veículo sobre calçada depósito de materiais ou, novamente, por falta de manutenção (FIGURA 43). A situação evidencia como pode ser desafiador as pessoas que desejam possuir árvores em frente as suas casas, já que se faz necessário lidar com vizinhos invasivos, dispostos a empregar de forma oportuna um argumento politicamente correto, como o da acessibilidade de um cadeirante, para defender seu desejo pela retirada de uma árvore. Fica claro, portanto, que a acessibilidade é usada como bode expiatorio de um problema pelo qual não apenas ela não é responsável, mas cujas pesquisas afirmam o contrário, indicando o sombreamento como item de conforto dos pedestres (SOUSA; COUTINHO-RODRIGUES; NATIVIDADE-JESUS, 2017). Poucos meses depois a árvore em questão foi extraída, como mostra a figura 42b.





Figura 42. a) Foto de sibipiruna (*Cenostigma pluviosum*) na Rua Flavio de Carvalho, bairro Jd. Eulina **b)** Foto do mesmo local, em março de 2023, agora sem arborização. Fonte: A autora.

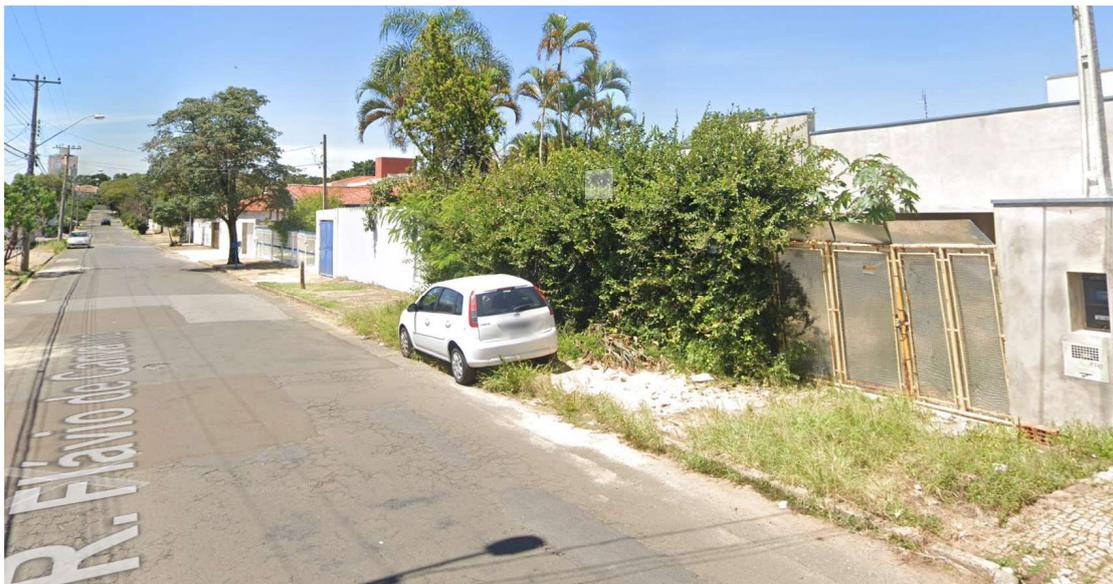


Figura 43. Foto de trecho de calçada a menos de 30 metros do trecho da figura 42. Fonte: Google Street View.

Com relação à assertiva **“a arborização viária aumenta o número de assaltos”**, vários entrevistados riram ao ouvir essa frase, justificando achar a hipótese descabida. Entretanto, 19,7% das pessoas concordaram ou concordaram completamente com a afirmação, e 25,7% optaram pela resposta neutra. Na cidade de São Paulo, um estudo verificou que a cobertura arbórea na cidade está associada à menores taxas de criminalidade total, patrimonial e pessoal, independente da área da cidade, da escala do estudo e de denominadores de criminalidade testados (ARANTES, 2022). Ampliando a análise para a

escala global, Sousa et al (2022) realizou revisão sistemática em 198 artigos sobre o assunto, cujo parecer predominante foi de que árvores com copas altas estão associadas à menores taxas de criminalidade, validando para a atualidade a conclusão de trabalhos anteriores (KUO; SULLIVAN, 2001).

Na assertiva **“a arborização causa danos à fiação”**, 39,1% dos respondentes concordaram em algum grau, e 30,6% ficaram neutros. Esse resultado é compatível com as diretrizes de sustentabilidade mais recentes de empresas distribuidoras de energia, em que se dissemina a informação de que a arborização é entrave para a eficiência da distribuição de energia (CPFL, 2008). Dois respondentes reagiram de modo surpreso à assertiva, contrapondo que é de responsabilidade da empresa cuidar para que não exista conflito. Segundo a pesquisa de Aguirre Junior (2008), são as concessionárias de serviços públicos, como distribuidoras de energia e gás, as responsáveis por danificar o patrimônio arbóreo, realizando podas que deequilibram e diminuem drasticamente o tamanho das copas, ou causam danos às raízes, desestabilizando-as. Importante salientar que, apesar de a maior parte da rede ser antiga, nos locais onde ela foi substituída por redes mais modernas, com rede primária compacta e rede secundária isolada, é possível verificar a convivência harmônica entre rede e árvore, sem que para isso a segunda tenha que passar por uma poda predatória (FIGURA 44a). Árvores de grande porte, além de oferecerem máximo sombreamento, podem conviver com menos conflito com as redes de transmissão do que árvores de porte médio ou até mesmo pequeno. Pois, ao atingir a idade adulta sua copa terá ultrapassado a altura da rede. É necessário apenas que, durante o crescimento, a mão de obra seja qualificada para realizar a poda de condução. O Manual de Arborização de São Paulo valida esse uso através da indicação de espécies de grande porte para serem utilizadas em calçadas com rede de transmissão (FIGURA 44b).



Figura 44. a) Foto de árvore no bairro Cambuí, em Campinas, sem poda que descaracterize sua copa, convivendo com redes de transmissão de energia secundária e primária. Fonte: T. Penteadó. b) Foto da arborização convivendo com a rede de transmissão elétrica, na avenida Independência, em Piracicaba. Fonte: Google Street View.

A figura 45 apresenta alguns dos inúmeros casos de poda drástica presentes no Jardim Eulina. A CPFL, companhia distribuidora de energia elétrica na cidade de Campinas, é a responsável pela poda das árvores sob suas redes de transmissão e, segundo registros registrados no site da ONG Resgate Cambuí, a empresa realiza inúmeras práticas danosas ao patrimônio arbóreo da cidade. Em 2023, a empresa foi multada pela prefeitura de Campinas no valor de 73 mil reais por poda irregular (CIDADEON, 2023b). É compreensível que as empresas distribuidoras de energia sejam responsáveis pela poda das árvores sob sua rede, já que desta forma o desligamento da rede está centralizado na mesma empresa responsável pela poda. Entretanto, como a arborização urbana diminui a temperatura do ambiente (PETRI; WILSON; KOESER, 2019b), essa centralização se torna contraditória, pois viabiliza que, caso ocorra poda predatória, a lucratividade da empresa distribuidora será proporcional.



Figura 45. Imagens de árvores podadas drasticamente para passagem de fiação elétrica no bairro Jardim Eulina. Fonte: A autora

Há um agravamento da visão sobre árvores quando a afirmação é “**entope calhas**” O grupo com mais respondentes (45,8%) concorda ou concorda completamente com essa afirmação, seguido pelo de resposta neutra (28,3%). Uma ferramenta para contornar esse transtorno seria compatibilizar a arquitetura, ao evitar ou diminuir o uso de calhas, adotando beirais, por exemplo. Outra opção é instalar redes nas calhas, com a constante limpeza destas e dos condutores de água.

A maioria dos entrevistados (58,7%) concorda, ou concorda fortemente que a arborização “**suja as calçadas**”, seguidos pela opinião intermediária (23,5%). Uma forma de checar qual a participação dos resíduos arbóreos na geração de lixo viário é verificar o que é retirado de bueiros entupidos. Os principais materiais encontrados em um levantamento de bueiros entupidos de um bairro residencial em MG (BARBOSA, J. MOURA, 2020) foram materiais de consumo imediato (bituca de cigarro, panfleto, plástico de bala, chocolate, biscoito, salgadinho, papel, sacola plástica vazia), materiais de construção (areia, cimento, pedra, tijolo) e de material orgânico (folhas de árvores/mato). Dos itens relacionados, as embalagens plásticas são as que oferecem maior risco à saúde da população, pela possibilidade de acúmulo de água e, portanto, podendo funcionar como criadouro de mosquitos, transmissores de doenças. Também foram encontrados, em menor proporção, restos de alimentos, que podem atrair pombas, ratos, vetores de doenças como dermatites, salmonelose, leptospirose, dentre outros; e fezes de animais, que podem transmitir vírus e bactérias como adenovírus, parvovírus, giárdia, dentre outras. Segundo levantamento realizado por funcionários da subprefeitura da Sé, na capital paulista

(PORTAL RECICLA SAMPA, 2023), nos bueiros deveriam ser encontrados apenas materiais naturais, como folhas, raízes e terra. Nessa localidade, caso a população descartasse corretamente o lixo, o trabalho de limpeza em poços de visita diminuiria cerca de 35% (PORTAL RECICLA SAMPA, 2023).

Apesar de os dados sobre o tipo de material encontrado demonstrarem que as folhas não são o vilão do lixo como fator de transtorno urbano, a pesquisa “Percepção de arborização urbana por estudantes de Marketing” (MENDES; DE OLIVEIRA, 2019) encontrou dados semelhantes aos verificados no presente estudo. Nela, 36% dos respondentes apontaram as folhas como principal desserviço prestado pela arborização urbana, seguido pela queda de galhos e de árvores inteiras (23%). Quando perguntados qual medida deveria ser tomada para melhorar a arborização urbana, 26% não souberam responder, e 23% sugeriu a divulgação dos serviços ambientais prestados pela arborização (MENDES; DE OLIVEIRA, 2019).

Quase a metade dos entrevistados discordou da assertiva “**estou satisfeito com a quantidade de árvores com flores**”, sendo que 24,7% discordaram completamente, 23% apenas discordaram, um quinto ficou neutro, e a minoria respondeu estar satisfeito (14%), ou completamente satisfeito (16,7%), quanto a este quesito. Os resultados com relação a assertiva “**a quantidade de árvores frutíferas é suficiente**” seguem a mesma linha: 28,3% discordaram completamente, 23% discordaram, 20% ficaram neutros, e 28,6% concordaram.

A satisfação da população com relação à escolha das espécies é de fundamental importância para ampliar a cobertura arbórea da cidade. Segundo a pesquisa “Between tree lovers and tree haters: drivers of public perception regarding street trees and its implications on the urban green infrastructure planning” residentes de ruas dominadas por uma espécie chamada *Populus nigra* tendem a afirmar que não gostam de árvores (FERNANDES *et al.*, 2019). Felizmente, estimular o sentimento oposto é possível. Em pesquisa realizada em Dresden, na Alemanha (GERSTENBERG; HOFMANN, 2016), descobriu-se que a população tem preferência por árvores decíduas, e que a preferência cresce proporcionalmente à densidade das copas, e à relação entre o tamanho da copa e a altura do tronco. Outro estudo realizado por Zhao *et al.* (2017) também indicou que a densidade da copa, bem como a altura dos ramos e o comprimento das folhas, próximo a 11 centímetros, são preditores da preferência estética daquela população. Este estudo avaliou a opinião dos voluntários sobre a aparências das árvores também nas quatro

estações, o que permitiu descobrir que espécies arbóreas preferidas durante o verão e primavera não necessariamente eram as preferidas em outras estações do ano. Ao invés de descartar tais espécies, a conclusão do autor é que elas também têm valor pelo contraste estético e de sentimentos em outras estações. Nos dois trabalhos citados anteriormente existe a preferência crescente à medida que as copas se densificam. Todavia, valores estéticos são culturais (ZHANG; CHEN; XU, 2020). Portanto, o ideal é verificar os valores estéticos de cada localidade a fim de conhecer as preferências da população em questão e executar os plantios levando as preferências regionais em conta. Caso isso não seja financeiramente viável, é interessante ter o conhecimento sobre as preferências verificadas em outras localidades.

A compreensão das características estéticas valorizadas pela população pode também permitir ao planejador urbano a escolha de espécies diferente, mas muito parecidas morfologicamente, como uma solução ao conflito decorrente da preferência pela uniformidade visual (túneis de árvores da mesma espécie), e a necessidade ecológica da diversidade de espécies (TROWBRIDGE; BASSUK, 2004).

Interesse sobre o tema da arborização

Em **“Eu gostaria de aprender como usar a arborização para melhorar minha qualidade de vida”** 35,5% concordaram completamente, 23,3% concordaram, 21,3% ficaram neutros, 6,6% discordaram, e 13,3% discordaram completamente. De acordo com DWYER *et al.* (1992), é de fundamental importância a formação de mão de obra especializada no manejo arbóreo para garantir a saúde, a segurança e, conseqüentemente, a beleza do patrimônio arbóreo de uma cidade. Atualmente, na cidade de Campinas, não existem cursos gratuitos para formação de mão de obra especializada no manejo arbóreo, ou mesmo em jardinagem.

Ao final da pesquisa havia um espaço para comentários (TABELA 6). A maioria dos comentários é positivo, tanto com relação ao tema da arborização, quanto com relação à aplicação do questionário. Um deles, ‘gostaria que existissem canteiros de flores no bairro’, demonstra como, para parte da população, a diferenciação entre árvore e jardim pode ser nebulosa e, conseqüentemente, o papel que cada um cumpre no meio ambiente. Já outro comentário: ‘espero que melhore o bairro, plante árvores, e melhore nossa qualidade de vida’ demonstra uma tendência de ceder ao outro, no caso, à pesquisadora, a responsabilidade de resolver a baixa taxa de arborização no bairro.

Tabela 6. Comentários deixados por alguns respondentes ao final dos formulários.

-
1. Tenho arvores frutíferas e o Ipê, sempre foi meu sonho, nosso momento de relaxar e admirar a natureza de manhã e a tarde tem vários pássaros que alegram muito a nossa casa.
 2. Árvores só trazem coisas positivas, sujar ruas e calhas não superam os benefícios
 3. Gostaria que tivesse canteiro de flores no bairro
 4. Gostaria sim, de saber mais sobre o assunto, vantagens e desvantagens de mais arvores no bairro.
 5. Espero que melhores o bairro.
 6. Plante árvores, e melhore nossa qualidade de vida.
 7. Pesquisa Dahorinha
 8. Acho que deveria existir mais árvores no mundo
 9. Legal essa pesquisa
 10. Não curto esse tema!
 11. Acho bem interessante o tema!
 12. Acredito que a arborização é um projeto importante
 13. Gosto de passear entre as arvores quando esta calor.
 14. Espero que com esse formulário, as coisas possam mudar na minha rua
 15. Adorei a oportunidade de responder esse formulário
 16. Gostei bastante
 17. Gostaria de mais arvores com flores e arvores frutíferas, eu amo as arvores e elas nos ajuda muito na nossa saúde
 18. As árvores são boas para ambientes de família e etc.
 19. Eu gostei muito do formulário
 20. Adorei!
-

Fonte: a autora

4.3.3 Análise estatística dos resultados utilizando Valor-p (Teste Exato de Fisher) e Coeficiente Contingência Pearson Corrigido

O teste exato de Fisher é um teste de significância estatística utilizado para verificar a associação entre duas variáveis qualitativas nominais. Ele é utilizado quando ao menos um dos valores esperados da tabela de contingência é menor do que 5. Para realizar o teste exato de Fisher, deve-se calcular a probabilidade de obter os dados observados, ou dados mais extremos, assumindo que as duas variáveis são independentes. Para interpretar o p-valor consideramos resultados de p-valor menor que 0,05 como significativo e p-valor maior ou igual 0,05 como não significativo.

O coeficiente de contingência Pearson corrigido (CCPe) é uma medida de associação entre duas variáveis qualitativas. Ele é calculado a partir do coeficiente de contingência de Pearson (CCP), mas leva em consideração o tamanho da amostra. O CCPe varia de 0 a 1, sendo que valores próximos de 0 indicam independência entre as variáveis e

valores próximos de 1 indicam associação forte entre as variáveis. O CCPe é uma medida mais robusta que o CCP, pois é menos sensível ao tamanho da amostra. Isso significa que ele é mais confiável para estimar a associação entre duas variáveis, mesmo quando o tamanho da amostra é pequeno.

Desejo por mais árvores

Foi verificada a relação entre o desejo por mais árvores em relação a quatro dados demográficos: faixa etária, gênero, renda e escolaridade. Faixa etária, renda e escolaridade foram comparados ao desejo por mais árvores de três grupos de respostas:

- respondentes das alternativas 1 e 2 (completamente insatisfeitos e insatisfeitos);
- respondentes das alternativas 1, 2 e 3 (completamente insatisfeitos, insatisfeitos, e neutro);
- integral dos respondentes, com respostas de 1 a 5 (de completamente insatisfeitos a completamente satisfeitos).

Tabela 7. Análise de Associação entre variáveis categóricas de faixa etária e escolaridade, sob diferentes cenários, quanto ao desejo por mais árvores.

Análises de Associação	Tamanho da amostra	Valor-p Teste Exato de Fisher*	Coefficiente Contingência Pearson Corrigido (r)
Faixa etária			
versus Mais árvores (integral 1 a 5)	301	0,0565	0,4272
Faixa etária			
versus Mais árvores (alternativas 1 e 2)	34	0,1089	0,7141
Faixa etária			
versus Mais árvores (alternativas 1, 2 e 3)	66	0,0209	0,6632
Escolaridade			
versus Mais árvores (integral 1 a 5)	301	0,0095	0,4041
Escolaridade			
versus Mais árvores (alternativas 1 e 2)	34	0,0205	0,6953
Escolaridade			
versus Mais árvores (alternativas 1, 2 e 3)	66	0,0025	0,6398

*Hipótese nula: não há associação entre as variáveis. Fonte: a autora

Foi encontrada associação em análises utilizando o teste exato de Fisher e tendência no Coeficiente Contingência Pearson Corrigido no quesito demográfico faixa etária para respondentes das alternativas 1, 2 e 3 (TABELA 7), indicando que existe relação entre idade e a ausência de desejo por mais árvores (alternativa 1 e 2), ou a indiferença com relação a isso (alternativa 3).

No quesito escolaridade, foram verificadas a associação e a tendência considerando a parcela da amostra respondentes das alternativas 1 e 2 ($p=0,0205$ e $r=0,6953$), e das alternativas 1, 2 e 3, indicando que também existe relação entre escolaridade e a ausência de desejo por mais árvores (alternativa 1 e 2), ou a indiferença com relação a isso (alternativa 3) (TABELA 7). É importante ressaltar que estes resultados foram obtidos em uma amostra com apenas 6 pós-graduandos, todos sendo receptivos ao aumento da arborização.

Os três grupos de respostas com relação ao desejo por mais árvores citados acima foram comparados à renda em duas situações: a primeira, com todos os respondentes da pesquisa, incluindo voluntários que preferiram não informar a renda

(com PNI), e o segundo, excluindo os questionários dos que preferiram não informar a renda (sem PNI), referente a 47% da amostra. Foi encontrada associação e tendência considerando a amostra total, e com a amostra parcial para respondentes das alternativas 1 e 2 (ausência de desejo por mais árvores) (TABELA 8).

Tabela 8. Análise de Associação entre variável categórica de renda, sob diferentes cenários, quanto ao desejo por mais árvores.

Análises de Associação	Tamanho da amostra	Valor-p Teste Exato de Fisher*	Coefficiente Contingência Pearson Corrigido (χ)
Faixa de Renda (com PNI) versus Mais árvores (integral)	301	0,0170	0,3207
Faixa de Renda (com PNI) versus Mais árvores (alternativas 1 e 2)	34	0,0040	0,6922
Faixa de Renda (com PNI) versus Mais árvores (alternativas 1, 2 e 3)	66	0,0065	0,5678
Faixa de Renda (sem PNI) versus Mais árvores (integral)	177	0,0123	0,3872
Faixa de Renda (sem PNI) versus Mais árvores (alternativas 1 e 2)	22	0,0375	0,6819
Faixa de Renda (sem PNI) versus Mais árvores (alternativas 1, 2 e 3)	40	0,0125	0,5864

*Hipótese nula: não há associação entre as variáveis. Fonte: a autora

Foi analisada a satisfação com relação à presença de árvores frutíferas em diferentes faixas de renda de toda a amostra e, depois, em cada uma das localidades (TABELA 9). Não foi encontrada associação entre elas. Também não foi verificada a relação entre o desejo por mais árvores e o gênero (TABELA 10).

Tabela 9. Frequências e proporções de respondentes sobre a suficiência de árvores frutíferas nas diferentes faixas de renda, por bairro e em ambos.

A quantidade de árvores frutíferas é suficiente	Até 2	De 2 a 5	Acima de 5	Valor - p
	salários mínimos	salários mínimos	salários mínimos	
discordo completamente	37 (0,34)	13 (0,29)	2 (0,09)	0,0696
discordo	26 (0,24)	11 (0,24)	8 (0,38)	0,4500
neutro	14 (0,13)	6 (0,13)	7 (0,33)	0,0692
concordo	7 (0,06)	6 (0,13)	3 (0,14)	0,2819
concordo completamente	26 (0,24)	9 (0,20)	1 (0,05)	0,1269
Total	110	45	21	
	Jardim Eulina			Valor - p
discordo completamente	23 (0,35)	6 (0,21)	0 (0,00)	0,0141
discordo	17 (0,26)	6 (0,21)	6 (0,40)	0,3858
neutro	7 (0,11)	6 (0,21)	5 (0,33)	0,0821
concordo	4 (0,06)	3 (0,10)	3 (0,20)	0,2382
concordo completamente	14 (0,21)	8 (0,28)	1 (0,07)	0,2702
Total	65	29	15	
	Loteamento Vila Esperança			Valor - p
discordo completamente	14 (0,31)	7 (0,44)	2 (0,33)	0,6573
discordo	9 (0,20)	5 (0,31)	2 (0,33)	0,5639
neutro	7 (0,16)	0 (0,00)	2 (0,33)	0,0953
concordo	3 (0,07)	3 (0,19)	0 (0,00)	0,2513
concordo completamente	12 (0,26)	1 (0,06)	0 (0,00)	0,0938
Total	45	16	6	

Fonte: a autora

Tabela 10. Frequências e proporções de respostas sobre o desejo por mais árvores em relação ao gênero

Eu gostaria que existissem mais árvores	Feminino	Masculino	Valor -p*
	discordo completamente	14 (0,67)	
discordo	7 (0,33)	6 (0,46)	
Total	21	13	
	Jardim Eulina		
discordo completamente	10 (0,63)	6 (0,60)	0,4913
discordo	6 (0,37)	4 (0,40)	
Total	16	10	
	Vila Esperança		
discordo completamente	4 (0,80)	1 (0,33)	0,4643
discordo	1 (0,20)	2 (0,67)	
Total	5	3	

*Hipótese nula: não há associação entre as variáveis. Fonte: a autora

4.4 Conclusão

As análises Valor-p (Teste Exato de Fisher) e Coeficiente Contingência Pearson Corrigido demonstraram que existe uma correlação entre escolaridade e desejo pela ampliação da arborização. Entretanto, essa correlação não é linear, sendo as populações com Ensino Médio completo e de Ensino Superior completo aquelas de maior taxa de aversão à ampliação da arborização. Este fato, em conjunto com o contexto da Emergência Climática, indica que a conscientização dos serviços ambientais prestados pela arborização deve ser realizada com toda a população, independente do grau de escolaridade, faixa econômica e gênero.

A análise do conjunto de resposta sugere as seguintes conclusões:

- A população desconhece importantes serviços ambientais prestados pela arborização viária.

- Parte da população ignora as características que diferenciam árvores saudáveis de árvores doentes, sente-se desassistida pelo poder público, e teme conviver próxima à árvores de grande porte. Por essa razão, a maioria dos moradores opta por não ter a árvore, ou por cultivar arvoretas, à depender da assistência prestada pelo município;

- A maior parte da população desconhece a fisiologia das árvores e diretrizes simples de manejo, realizando práticas que comprometem a saúde das mesmas, a qualidade do ambiente construído e a segurança dos transeuntes.

- A população atribui ao “outro” - governo, ONGs, à pessoa que está medindo a árvore, ou aplicando o questionário sobre arborização - a responsabilidade sobre melhorar a qualidade do ambiente que ela habita.

Apesar de as respostas das questões relativas aos serviços ambientais prestados pela arborização demonstrarem que a população tem conhecimento de parte deles, ainda são muitos os benefícios ignorados (prevenção de doenças cardíacas, redução de inundações, diminuição de ruídos, e valorização imobiliária). As respostas dadas às questões relativas aos desserviços prestados pela arborização (danos à calçada, imóveis e fiação) demonstram falta de conhecimento com relação ao manejo necessário para a convivência sem conflitos entre as estruturas urbanas e a arborização, considerando que são questões relativas ao projeto arquitetônico e urbanístico, à correta escolha ou manejo de espécies, determinantes para a ocorrência ou não de tais desserviços.

Referências

- AGUIRRE JUNIOR, J. H. **Arborização viária como patrimônio municipal de Campinas / SP: histórico, situação atual e potencialidades no Bairro Cambuí**. 2008. 121 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
- AKBARI, H.; POMERANTZ, M.; TAHA, H. Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas. **Solar Energy**, vol. 70, no. 3, p. 295–310, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00089-X).
- ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do Estado de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, vol. 40, no. 4, p. 647–655, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000400003>.
- ALVAREZ, I. A.; GALLO, B. C.; GARÇON, E. A. M.; OSHIRO, O. T. Street tree inventory of Campinas, Brazil: An instrument for urban forestry management and planning. **Arboriculture and Urban Forestry**, vol. 41, no. 5, p. 233–244, 2015. .
- ANDERSON, L. M.; MULLIGAN, B. E.; GOODMAN, L. S. EFFECTS OF VEGETATION ON HUMAN RESPONSE TO SOUND. vol. 10, no. February, p. 45–49, 1984. .
- ANDERSSON, E.; BORGSTRÖM, S.; MCPHEARSON, T. Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. , p. 51–64, 2017. DOI 10.1007/978-3-319-56091-5. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-56091-5>. Accessed on: 8 May 2023.
- ARANTES, B. **Urban tree cover change , income and crime assessments in Sao Paulo city , Brazil from 2010-2017**. 2022. 2022.
- BARBOSA, J. MOURA, G. A RELAÇÃO DE LIMPEZA URBANA E QUALIDADE AMBIENTAL: UM ESTUDO SOBRE AS CONDIÇÕES DE LIMPEZA URBANA NO BAIRRO NOVA ITUIUTABA I, NA CIDADE DE ITUIUTABA/MG. **REVISTA CAMINHOS DE GEOGRAFIA**, , p. 399–414, 2020. DOI <https://doi.org/10.14393/RCG217348613> A. Available at: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/%0AISSN>.
- BARÓ, F.; HAM, C. Green Infrastructure, a wealth for cities. 2014. <https://doi.org/10.13140/2.1.4960.4167>.
- BARTON-BELLESA, S. **Women in Community Service Programs**. [S. l.: s. n.], 2012. <https://doi.org/10.4135/9781452218519.n192>.
- BENATTI, D. P.; TONELLO, K. C.; ADRIANO, F. C.; DA SILVA, J. M. S.; DE OLIVEIRA, I. R.; ROLIM, E. N.; FERRAZ, D. L. Inventory of the tree planting in salto de Pirapora-SP. **Revista Arvore**, vol. 36, no. 5, p. 887–894, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500011>.
- BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F. da. Situação da arborização viária da estância de Águas de São Pedro - SP. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, vol. 1, no. 3, p. 391–403, 2008. .
- BRATMAN, G. N.; HAMILTON, J. P.; HAHN, K. S.; DAILY, G. C.; GROSS, J. J. Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, vol. 112, no. 28, p. 8567–8572, 2015. <https://doi.org/10.1073/pnas.1510459112>.

CARMICHAEL, C. E.; MCDONOUGH, M. H. Community Stories: Explaining Resistance to Street Tree-Planting Programs in Detroit, Michigan, USA. **Society & Natural Resources**, vol. 32, no. 5, p. 588–605, 2019. DOI 10.1080/08941920.2018.1550229. Available at: <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1550229>.

CARTER, J. G.; CAVAN, G.; CONNELLY, A.; GUY, S.; HANDLEY, J.; KAZMIERCZAK, A. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. **Progress in Planning**, vol. 95, p. 1–66, 2015. DOI 10.1016/j.progress.2013.08.001. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.progress.2013.08.001>.

CIDADEON. Prefeitura de Campinas multa CPFL em R \$ 73 mil por poda irregular de árvore. 2023. Available at: <https://www.acidadeon.com/campinas/cotidiano/prefeitura-de-campinas-multa-cpfl-em-r-73-mil-por-poda-irregular-de-arvore/>.

CIRINO, D. W.; TAMBOSI, L. R.; MAUAD, T.; DE FREITAS, S. R.; METZGER, J. P. Balanced spatial distribution of green areas creates healthier urban landscapes. **Journal of Applied Ecology**, vol. 59, no. 7, p. 1884–1896, 2022. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14195>.

COOK, D. I. Trees, solid barriers, and combinations: Alternatives for noise control. 1980. **National Urban Forestry Conference** [...]. [S. l.: s. n.], 1980.

CPFL. Arborização Urbana Viária: Aspectos de planejamento, implantação e Manejo. Campinas, SP, Brazil, , p. 120, 2008. .

CROESER, T.; ORDÓÑEZ, C.; THRELFALL, C.; KENDAL, D.; VAN DER REE, R.; CALLOW, D.; LIVESLEY, S. J. Patterns of tree removal and canopy change on public and private land in the City of Melbourne. **Sustainable Cities and Society**, vol. 56, no. January, p. 102096, 2020. DOI 10.1016/j.scs.2020.102096. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102096>.

CUNHA, F. R. da. Aplicação do programa i-Tree Hydro para avaliar os efeitos da cobertura arbórea na dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica urbana. , p. 48, 2018. .

DADVAND, P.; PUJOL, J.; MACIÁ, D.; MARTÍNEZ-VILAVELLA, G.; BLANCO-HINOJO, L.; MORTAMAI, M.; ALVAREZ-PEDREROL, M.; FENOLL, R.; ESNAOLA, M.; DALMAU-BUENO, A.; LÓPEZ-VICENTE, M.; BASAGAÑA, X.; JERRETT, M.; NIEUWENHUIJSEN, M. J.; SUNYER, J. The association between lifelong greenspace exposure and 3-dimensional brain magnetic resonance imaging in Barcelona schoolchildren. **Environmental Health Perspectives**, vol. 126, no. 2, p. 1–8, 2018. <https://doi.org/10.1289/EHP1876>.

DOBBERT, L. Y. Arborização na cidade de Campinas/SP- percepção e conforto. , p. 187, 2015. .

DREW-SMYTHE, J. J.; DAVILA, Y. C.; MCLEAN, C. M.; HINGEE, M. C.; MURRAY, M. L.; WEBB, J. K.; KRIX, D. W.; MURRAY, B. R. Community perceptions of ecosystem services and disservices linked to urban tree plantings. **Urban Forestry & Urban Greening**, vol. 82, p. 127870, 2023. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127870>. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866723000419>.

DWYER, J. F.; MCPHERSON, E. G.; SCHROEDER, H. W.; ROWNTREE, R. A. ASSESSING THE BENEFITS AND COSTS OF THE. vol. 18, no. September, p. 227–234, 1992. .

FERNANDES, C. O.; DA SILVA, I. M.; TEIXEIRA, C. P.; COSTA, L. Between tree lovers and tree haters. Drivers of public perception regarding street trees and its implications on the urban green infrastructure planning. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 37, no. March 2018, p. 97–108, 2019. DOI 10.1016/j.ufug.2018.03.014. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.014>.

GAUC. **Guia Arborizacao Urbana de Campinas**. [S. l.]: Prefeitura Municipal de Campinas, 2007.

GERSTENBERG, T.; HOFMANN, M. Perception and preference of trees: A psychological contribution to tree species selection in urban areas. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 15, p. 103–111, 2016. DOI 10.1016/j.ufug.2015.12.004. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2015.12.004>.

GLOBO. Seu bairro tem muitas árvores ? Bebês que vivem em áreas arborizadas têm menor exposição a poluentes. 2023. Available at: https://oglobo.globo.com/saude/noticia/2023/11/30/bebes-de-maes-que-vivem-em-bairros-com-poucas-arvores-tem-chumbo-e-mercurio-no-cordao-umbilical-revela-novo-estudo.ghtml?utm_source=aplicativoOGlobo&utm_medium=aplicativo&utm_campaign=compartilhar.

IAPUQUE, K.; SOUSA, R. De. Urban forestry and public safety : a bibliometric study using consolidated Meta-analytical Theory. , p. 1–20, 2022. .

KAN, M. Y. Does gender trump money? Housework hours of husbands and wives in Britain. **Work, Employment and Society**, vol. 22, no. 1, p. 45–66, 2008. <https://doi.org/10.1177/0950017007087416>.

KUO, F. E.; SULLIVAN, W. C. Environment and crime in the inner city does vegetation reduce crime? **Environment and Behavior**, vol. 33, no. 3, p. 343–367, 2001. <https://doi.org/10.1177/0013916501333002>.

LAVY, B. L.; HAGELMAN, R. R. Spatial and Temporal Patterns Associated with Permitted Tree Removal in Austin, Texas, 2002–2011. **Professional Geographer**, vol. 69, no. 4, p. 539–552, 2017. <https://doi.org/10.1080/00330124.2016.1266953>.

LOBATO, F. dos S.; MIRA, A. P.; BARBOSA, B. R. de S.; MAGALHÃES, A. P. de; SOUZA, R. T. de; SILVA, B. M. da S. e. Diagnóstico Quali-Quantitativo Da Arborização Urbana Do Bairro Pantanal Do Município De Macapá-Ap. **Nativa**, vol. 9, no. 1, p. 76–85, 2021. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10187>.

MADALOZZO, R.; MARTINS, S. R.; SHIRATORI, L. Participação no mercado de trabalho e no trabalho doméstico: Homens e mulheres têm condições iguais? **Revista Estudos Feministas**, vol. 18, no. 2, p. 547–566, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-026X2010000200015>.

MANFRIM, D. C. B.; ANGÉLICO, T. dos S.; SILVA FILHO, D. F. da. O que dizem os inventários sobre as árvores urbanas das cidades que originalmente eram ocupadas por florestas tropicais? **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, vol. 11, 2023. Available at: <https://doi.org/10.17271/23188472118420233642>.

MARDEGAN, D., AGUIRRE JUNIOR J. H., MENDES F. H., P. T. C. ANÁLISE DO DEVER LEGAL DE PLANTIO DE ÁRVORES DE CALÇADA PELO PODER PÚBLICO MUNICIPAL DE CAMPINAS/SP. , p. 3, 2023. .

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. THE INFLUENCE OF STREET TREES ON URBAN MICROCLIMATE. , p. 1486–1493, 2019. <https://doi.org/10.5380/rf.v50>.

MATHEUSSEN, B.; KIRSCHBAUM, R. L.; GOODMAN, I. A.; O'DONNELL, G. M.; LETTENMAIER, D. P. Effects of land cover change on streamflow in the interior Columbia River Basin (USA and Canada). **Hydrological Processes**, vol. 14, no. 5, p. 867–885, 2000. DOI 10.1002/(SICI)1099-1085(20000415)14:5<867::AID-HYP975>3.0.CO;2-5. Available at: https://www.researchgate.net/publication/229685822_Effects_of_Land_Cover_Change_On_Streamflow_in_the_Interior_Columbia_River_Basin_USA_and_Canada. Accessed on: 12 Mar. 2024.

MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; DE GOEDE, J. Structure, function and value of street trees in California, USA. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 17, p. 104–115, 2016a. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.013>.

MCPHERSON, E. G.; VAN DOORN, N.; DE GOEDE, J. Structure, function and value of street trees in California, USA. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 17, p. 104–115, 2016b. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.013>.

MILANO, E.; DALCIN, M. **Arborização de Vias Públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

NICOLAS, S.; JOUET, E.; LIOGER, B. Urgence climatique et santé durable : quel rôle pour un interniste ? **La Revue de Médecine Interne**, vol. 42, no. 12, p. 821–824, 1 Dec. 2021. <https://doi.org/10.1016/J.REVMED.2021.09.004>.

NOWAK, D. J.; CRANE, D. E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. **Environmental Pollution**, vol. 116, no. 3, p. 381–389, 1 Mar. 2002. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7).

OLIVEIRA, A. F. De; ALVES PEREIRA, J. A.; COELHO, S. J.; ASSIS PEREIRA, G. De. Diagnostico parcial da arborização viária sob rede elétrica na regional oeste de Minas Gerais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, vol. 36, no. 85, p. 31, 2016. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.85.749>.

PETRI, A. C.; WILSON, B.; KOESER, A. Planning the urban forest: Adding microclimate simulation to the planner's toolkit. **Land Use Policy**, vol. 88, 2019a. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104117>.

PETRI, A. C.; WILSON, B.; KOESER, A. Planning the urban forest: Adding microclimate simulation to the planner's toolkit. **Land Use Policy**, vol. 88, no. March, 2019b. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104117>.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; MOURA, D. R. Arboreous composition and diversity in the urbanized blocks of Palmas, Tocantins state. **Ciencia Florestal**, vol. 30, no. 2, p. 565–582, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509837601>.

PORTAL, P. Portal da Prefeitura de Campinas. 2021. **Portal da Prefeitura**. Available at: <https://portal.campinas.sp.gov.br/noticia/40641>. Accessed on: 24 Nov. 2023.

PORTAL RECICLA SAMPA. Lixo é a principal causa de alagamento na capital paulista. **Recicla Sampa**, , p. 1–7, 2023. Available at: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/lixo-e-a-principal-caoa-de-alagamento-na-capital-paulista>.

ROCHA, R. T. da; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA NETO, S. N. de. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: o caso dos bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, vol. 28, no. 4, p. 599–607, 2004. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622004000400014>.

ROGERS, K.; SACRE, K.; GOODENOUGH, J.; DOICK, K. **Valuing London's Urban Forest**. [S. l.: s. n.], 2015.

ROMAN, L. A.; CONWAY, T. M.; EISENMAN, T. S.; KOESER, A. K.; ORDÓÑEZ BARONA, C.; LOCKE, D. H.; JENERETTE, G. D.; ÖSTBERG, J.; VOGT, J. Beyond 'trees are good': Disservices, management costs, and tradeoffs in urban forestry. **Ambio**, vol. 50, no. 3, p. 615–630, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01396-8>.

ROSSETTI, A. I. N.; TAVARES, A. R.; PELLEGRINO, P. R. M. Inventário arbóreo em dois bairros paulistanos, Jardim da Saúde e Vila Vera, localizados na subprefeitura de Ipiranga. **Revista Árvore**, vol. 34, no. 5, p. 889–898, 2010. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622010000500014>.

SCHROEDER, H.; FLANNIGAN, J.; COLES, R. Residents' Attitudes Toward Street Trees in the UK and U.S. Communities. **Arboriculture & Urban Forestry (AUF)**, vol. 32, no. 5, p. 236–246, 2006. DOI 10.48044/jauf.2006.030. Available at: <https://auf.isa-arbor.com/content/32/5/236>.

SILVA, L. F. da. **Interceptação da chuva nas espécies de Sibipiruna (Caesalpinia pluviosa DC .) e Tipuana (Tipuana tipu O . kuntze)**. 2008. 60 f. 2008.

SOUSA, N.; COUTINHO-RODRIGUES, J.; NATIVIDADE-JESUS, E. Sidewalk Infrastructure Assessment Using a Multicriteria Methodology for Maintenance Planning. **Journal of Infrastructure Systems**, vol. 23, no. 4, 2017. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000362](https://doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000362).

TROWBRIDGE, P. J.; BASSUK, N. L. **Trees in the Urban Landscape: Site Assessment, Design, and Installation** Wiley, Hoboken, New Jersey (2004). 2004. .

UN. ODS 11. 2017. Available at: <https://sdgs.un.org/goals/goal11>.

VASCONCELOS, B. M.; ALMEIDA, D. C. B. de; OLIVEIRA, V. S.; ARRUDA, V. K. F. de; CAVALCANTI, L. R. Calçadas: espaços públicos acessíveis ou barreiras arquitetônicas? 2021. **Vitruvius**. Available at: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/21.248/7985>.

VASKE, J. J. **Survey Research and Analysis: Applications in Parks, Recreation, and Human Dimensions**. [S. l.: s. n.], 2008.

VELASCO, G. D. N. **Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor**. 2007. Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo – SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor, Universidade de São Paulo, 2007.

VOLPE-FILIK, A. Trincas nas calçadas e espécies muito utilizadas na arborização: comparação entre Sibipiruna (Caesalpinia pluviosa Dc.) e Falsa-murta (Murraya paniculata (L.) Jacq.), no município de Piracicaba/SP. **Dissertação**, , p. 1–39, 2009. .

WANG, Y.; AKBARI, H. The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. **Sustainable Cities and Society**, vol. 27, no. 2016, p. 122–128, 2016a. DOI 10.1016/j.scs.2016.04.013. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.04.013>.

WANG, Y.; AKBARI, H. The effects of street tree planting on Urban Heat Island mitigation in Montreal. **Sustainable Cities and Society**, vol. 27, p. 122–128, 1 Nov. 2016b. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2016.04.013>.

YANG, G.; YU, Z.; JØRGENSEN, G.; VEJRE, H. How can urban blue-green space be planned for climate adaption in high-latitude cities? A seasonal perspective. **Sustainable Cities and Society**, vol. 53, no. November 2019, p. 101932, 2020. DOI 10.1016/j.scs.2019.101932. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101932>.

ZAMPRONI, K.; BIONDI, D.; RIBEIRO BOTELHO DE CARVALHO MARIA, T.; ALMEIDA LOUVEIRA, F. Diagnóstico Quali-Quantitativo Da Arborização Viária De Bonito, Mato Grosso Do Sul. **Floresta**, vol. 48, no. 2, p. 235, 17 Apr. 2018. DOI 10.5380/rf.v48i2.55531. Available at: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/55531>. Accessed on: 12 Jul. 2021.

ZHANG, M. J.; CHEN, B.; XU, C. Cultural tree preference and its influence on tree biodiversity in urban public spaces in Nanjing city, China. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 48, no. December 2019, p. 126568, 2020. DOI 10.1016/j.ufug.2019.126568. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126568>.

ZHAO, J.; XU, W.; LI, R. Visual preference of trees: The effects of tree attributes and seasons. **Urban Forestry and Urban Greening**, vol. 25, no. April, p. 19–25, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.015>.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Esta pesquisa, realizada nos bairros Jardim Eulina e Vila Esperança em Campinas, revelou um cenário preocupante: a taxa de arborização nessas áreas, embora superior à média da cidade, ainda está muito aquém do exigido pela legislação municipal. Essa realidade, somada à falta de conhecimento da população sobre os diversos benefícios da arborização urbana, torna urgente a implementação de medidas eficazes para ampliar a cobertura arbórea e garantir o acesso universal a seus benefícios.

Verificou-se que 88% das calçadas das áreas de estudo são classificadas como estreitas, de acordo com Guia de Arborização de Campinas (GAUC), e, em função disso, deveriam receber apenas árvores de pequeno porte. Entretanto, o porte da árvore é determinante para a quantidade de serviços ambientais prestados, o que indica a necessidade de revisar o GAUC oferecendo formas alternativas e inovadoras de implantação de arborização, facilitando o acesso da população que hoje pouco usufrui dos serviços. Atualizar o Guia e implementar tais mudanças é uma questão de saúde pública e de justiça ambiental.

Uma ocorrência detectada no levantamento, e que exige intervenção, são as podas drásticas. Elas comprometem a estabilidade e a longevidade das árvores, e diminuem a cobertura arbórea, e conseqüentemente os benefícios oferecidos aos moradores.

Os resultados da pesquisa de percepção demonstraram que o conhecimento sobre os serviços ambientais prestados pela arborização é influenciado pela escolaridade, e que indivíduos com ensino médio completo e ensino superior são a maioria dos que discordam da necessidade de ampliação da arborização viária. Isso, somado ao contexto de urgência climática, indica a necessidade de conscientização ambiental em todas as faixas e escolaridade.

A intersecção dos resultados encontrados no censo e no inventário (capítulo 3), com os resultados obtidos na pesquisa de percepção (capítulo 4) demonstrou: que a largura das calçadas não é o principal fator limitante à presença da árvore; e que a população desconhece importantes serviços ambientais prestados pela arborização viária, bem como cuidados simples de manejo. Logo, é necessário ampliar a discussão e a disseminação de informações sobre: os benefícios prestados pela arborização, as corretas técnicas de manejo arbóreo para garantir a saúde da árvore e a segurança dos moradores, os direitos e responsabilidades da administração municipal e da empresa distribuidora de energia no trato com o patrimônio arbóreo, e a responsabilidade individual sobre a mudança do cenário ambiental urbano.

Essa pesquisa pode contribuir para enfrentar os desafios decorrentes da urbanização e da Crise Climática que ameaçam a saúde e a segurança da população mundial que habita em cidades.

Apêndice B



Apêndice C

Seção 1 de 7

Pesquisa sobre arborização

Meu nome é Daniela, sou pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais da ESALQ – USP e gostaria de convidá-lo a contribuir com a pesquisa **“Conexões entre percepção de serviços ambientais e patrimônio arbóreo: uma ferramenta de gestão da arborização viária”** com o objetivo de identificar como a população percebe os benefícios ambientais prestados pelas árvores existentes na calçada da rua em que residem. Sua participação nesta pesquisa consistirá no preenchimento de questionário sobre arborização, de dados sociodemográficos, e econômicos, com duração de 10 minutos. Os riscos decorrentes da participação na pesquisa são mínimos, e você poderá fazer perguntas ou interromper o preenchimento a qualquer momento. Você não pagará nada, nem receberá dinheiro para participar da pesquisa.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da ESALQ-USP, que tem como função proteger eticamente o participante da pesquisa. Responsabilizo-me a apresentar os resultados obtidos para a comunidade participante e para a comunidade científica, e a manter a identidade dos participantes em sigilo. Para esclarecer dúvidas você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável pelo e-mail dmanfrim@usp.br, ou com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da ESALQ/USP (Universidade de São Paulo), pelo telefone (19) 3429.4150, e-mail cep_esalq@usp.br, ou no endereço Av. Pádua Dias, 11- Cx. Postal 9- Piracicaba/SP – Brasil, CEP: 13418-900.

Após se sentir esclarecido sobre sua participação, a participação de seu filho ou dependente ^{*} legal, nesta pesquisa, peço que assinale a opção “Aceito participar da pesquisa”.

Aceito participar da pesquisa

Apêndice C

USP - ESCOLA SUPERIOR DE
AGRICULTURA "LUIZ DE
QUEIROZ" DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO - ESALQ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Conexões entre percepção de serviços ambientais e patrimônio arbóreo: uma ferramenta de gestão da arborização viária

Pesquisador: Daniela Castelo Branco Manfrim

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 61021122.8.0000.5395

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.567.162

Apresentação do Projeto:

As informações apresentadas nesse campo foi extraída do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (Projeto: Conexões entre percepção de serviços ambientais e patrimônio arbóreo: uma ferramenta de gestão da arborização viária, submetido em 25/07/2022). A autora registra, entre outras descrições /revisão que a mudança climática se tornou alvo de preocupação em função da ocorrência nos últimos anos de vários eventos climáticos extremos. São apresentados desafios lidar com as consequências do aumento de temperatura e a necessidade de proteção das populações para o enfrentamento dos futuros longos períodos de estiagem, tempestades, enchentes, temperaturas muito altas ou muito baixas. A autora registra que o desafio é ampliado quando são consideradas cidades que atualmente enfrentam problemas decorrentes da falta de planejamento ou de desvalorização de um meio ambiente natural. Integra a pesquisa a cidade de Campinas, que de acordo com o segundo censo

(realizado em 2015), possui um déficit de 367 mil árvores. A pesquisa envolverá residentes de dois bairros da cidade (Jardim Eulina e no Loteamento Vila Esperança). Serão realizados inventários da arborização viária, pesquisas de percepção sobre os serviços ambientais prestados, e a verificação sobre relações entre a percepção destes serviços a respectiva característica da arborização dos locais em que a população entrevistada reside, relacionando também a características como gênero, idade, condição socioeconômica e escolaridade. A autora tem como

Endereço: Avenida Pádua Dias, 11 Caixa Postal 9

Bairro: São Dimas

CEP: 13.418-900

UF: SP

Município: PIRACICABA

Telefone: (19)3429-4400

E-mail: cep.esalq@usp.br