



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge>



Arborização viária e acessibilidade no bairro Alto da Glória, Curitiba-PR

Gabriely Miranda Duarte¹, Drielly Mocroski², Alan D'Oliveira Correa³, Marcos Vinícius Silva Alves de Lima⁴, Daniela Biondi⁵

Universidade Federal do Paraná, e-mail: gabrielymiranda@ufpr.br, ²Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Agronomia-Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: driellymocroski@gmail.com, ³ Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR e-mail: alanufpr2016@gmail.com, ⁴ MSc. em Desenvolvimento Urbano e Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Recursos Florestais da Universidade de São Paulo. E-mail: marcos.viniciuslima@usp.br, ⁵ MSc. Dra. Engenharia Florestal. Professora Titular da Universidade Federal do Paraná. Curitiba/PR. E-mail: dbiondi@ufpr.br

Artigo recebido em 09/08/2024 e aceito em 14/01/2025

RESUMO

A complexidade da paisagem urbana exige planejamento criterioso da arborização viária, pois a escolha de espécies e o manejo inadequados podem comprometer a qualidade do desenvolvimento urbano. Este estudo teve como objetivo avaliar a adequabilidade dos parâmetros técnicos da arborização viária do bairro Alto da Glória, em Curitiba, Paraná, considerando critérios de acessibilidade e integrando características dendrométricas e urbanísticas. Foram analisados 882 indivíduos arbóreos, sendo *L. indica* a espécie mais frequente. Observou-se correlação entre tortuosidade do fuste e altura de bifurcação, indicando que árvores com bifurcação inadequada frequentemente apresentaram fustes tortuosos, impactando negativamente a mobilidade de pedestres. Verificou-se o afloramento de raízes fora da área de canteiro, especialmente em espécies de grande porte reconhecidamente não recomendadas para a arborização viária, como *A. colubrina*, *J. mimosifolia*, *L. styraciflua*, *A. negundo* e *M. azedarach*. A qualidade das calçadas foi comprometida pelo uso de revestimentos inadequados e não padronizados, bem como por dimensões em desacordo com as diretrizes de acessibilidade da ABNT, sobretudo em função da interferência do sistema radicular. Conclui-se que a escolha inadequada de espécies arbóreas e o desconhecimento de suas características de desenvolvimento impactam negativamente o fluxo de pedestres. A seleção criteriosa de espécies, o manejo adequado das árvores e a implantação de canteiros com dimensões apropriadas são fundamentais para promover cidades mais acessíveis e bem arborizadas.

Palavras-chave: Floresta Urbana; Mobilidade; Calçadas; Vias Públicas; Planejamento Urbano.

Urban Street Trees and Accessibility in the Alto da Glória Neighborhood, Curitiba, PR

ABSTRACT

The complexity of urban landscapes requires careful planning of street tree planting, as inappropriate species selection and inadequate management can compromise the quality of urban development. This study aimed to evaluate the adequacy of technical parameters of street tree planting in the Alto da Glória neighborhood, Curitiba, Paraná, Brazil, considering accessibility criteria and integrating dendrometric and urban characteristics. A total of 882 tree individuals were analyzed, with *L. indica* identified as the most frequent species. A correlation was observed between trunk tortuosity and bifurcation height, indicating that trees with inadequate bifurcation height frequently exhibited tortuous trunks, negatively affecting pedestrian mobility. Root uplift beyond planting pits was recorded, especially in large-sized species widely recognized as unsuitable for street tree planting, such as *A. colubrina*, *J. mimosifolia*, *L. styraciflua*, *A. negundo*, and *M. azedarach*. Sidewalk quality was compromised by the use of inadequate and non-standard paving materials, as well as by dimensions that did not comply with ABNT accessibility guidelines, particularly due to root system interference. It is concluded that inappropriate tree species selection and limited knowledge of their growth characteristics negatively affect pedestrian flow. Careful species selection, appropriate tree management, and the implementation of adequately dimensioned planting pits are essential to promote more accessible and well-arborized cities.

Keywords: Urban Forest; Mobility; Sidewalks; Public Roads; Urban Planning.

Introdução

A floresta urbana pode ser definida como toda a cobertura vegetal situada dentro do perímetro urbano localizada em domínio público ou privado, englobando árvores, arbustos, trepadeiras, plantas herbáceas, plantas de forração e aquáticas e que contribui para o fornecimento de serviços ecossistêmicos, como benefícios climáticos, ecológicos, estéticos e sociais (Amaral et al., 2021). Dentre seus componentes públicos, administrados geralmente pelas prefeituras das cidades, destacam-se as áreas verdes e a arborização de ruas. Esse último, por sua vez, utiliza-se em grande parte vegetação arbórea, com plantios lineares em ambientes altamente antropizados. Dentre a complexidade da paisagem urbana, exige-se um planejamento adequado para o estabelecimento, desenvolvimento e manutenção desses plantios com ferramentas adequadas, o que é fundamental para garantir a adequação espacial das árvores e otimizar os benefícios que elas podem oferecer.

A arborização viária é de interesse coletivo, mas quando o plantio é realizado de forma inadequada ou com espécies de árvores com características indesejáveis, pode apresentar desafios para a acessibilidade das calçadas (Felippe et al., 2022; Araújo & Guedes, 2023; Bacelar et al., 2020; Lima Junior et al., 2020). As raízes das árvores, por exemplo, podem danificar as vias, prejudicando o percurso seguro e tornando-os intransitáveis para pessoas com mobilidade reduzida, além de rompimentos em tubulações, meio fios, e edificações, o que compromete o desenvolvimento estrutural e visual do ambiente urbano. Assim, um projeto de arborização com planejamento centrado nos desafios atuais das grandes metrópoles, que permita o uso adequado do solo sem interferir na locomoção de pedestres, é fundamental para garantir a acessibilidade urbana (Souza et al., 2020).

De acordo com a Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000 (Brasil, 2000), que define normas e critérios para a promoção da acessibilidade para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, o planejamento das vias públicas, parques e demais espaços de uso público devem ser concebido e executado de forma a torná-los acessíveis para todas as pessoas, mediante a supressão de barreiras e obstáculos nas vias e espaços públicos. Em particular, as vias e espaços públicos devem seguir os parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas de acessibilidade da Associação Brasileira de Normas Técnicas

(ABNT, 2020). A Norma Brasileira (NBR) 9.050/2020, por sua vez, estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações quanto às condições de acessibilidade. O objetivo dessas normativas e legislações é possibilitar a utilização de maneira autônoma, independente e segura da maior diversidade de ambientes à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção.

Em Curitiba (PR), a Lei nº 11.596/2005 determina que o pavimento das calçadas garanta superfície firme, regular, estável e não escorregadia sob qualquer condição, assegurando a circulação, principalmente de pessoas usuárias de cadeiras de rodas. Já o Decreto Municipal nº 1.066/2006 regulamenta a utilização e substituição dos pavimentos antigos, enfatizando o uso de blocos de concreto pré-moldado intertravado (paver) ou materiais que garantam a livre circulação com segurança.

Por outro lado, a legislação ambiental reconhece a arborização urbana como parte integrante do meio ambiente, conferindo-lhe proteção jurídica (Lima & Silva, 2024). Normas como a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Brasil, 1981), a Constituição Federal (Brasil, 1988), a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Brasil, 1998), a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Brasil, 2001) e o Código Florestal (Brasil, 2012) estabelecem diretrizes para a proteção da vegetação urbana e a manutenção da qualidade ambiental.

O desafio, portanto, reside na harmonização dessas duas esferas: a acessibilidade e a arborização, sendo necessário que os projetos urbanos considerem simultaneamente as exigências legais de acessibilidade e as normas ambientais, para que se possa criar um ambiente urbano sustentável em suas três vertentes, econômica, social e ambiental. A integração de uma arborização planejada e acessibilidade é essencial para o desenvolvimento de cidades que atendam às necessidades de todos os cidadãos. A garantia de execução das legislações e a livre acessibilidade das vias públicas são de extrema importância especialmente considerando que, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD Contínua (IBGE, 2022), cerca de 18,9 milhões de pessoas, ou 8,9% da população, possuem algum tipo de deficiência, sendo a dificuldade mais comum à de andar ou subir degraus.

Em estudos passados, realizados na cidade de Curitiba (PR), percebeu-se que a acessibilidade nas calçadas foi interferida tanto pelo sistema radicular das árvores quanto pelo revestimento dos passeios. Já o tamanho das calçadas, a largura do passeio e do canteiro não interferiram na acessibilidade na região central da cidade. O revestimento dos passeios, por sua vez, foi a variável que mais impactou a acessibilidade, devido à ausência de um padrão predominante sugerido pelo CREA no município. Desse modo, o constante acompanhamento e verificação das condições estruturantes da cidade parece figurar como um importante meio para pressionar o desenvolvimento de melhores políticas de adequação do espaço urbano frente aos desafios encontrados pelos transeuntes e seu cotidiano (Lima Neto et al., 2010).

Adicionalmente, a baixa renovação do ambiente urbano e a consequente ausência de fiscalização quanto a condição das estruturas viárias torna amplamente necessário reconhecer a arborização urbana como um componente essencial da infraestrutura urbana, para que esse seja adequado um orçamento e recursos humanos necessários para seu equilíbrio. Esse processo deve levar em conta a integração da arborização à paisagem, valorizando o uso de espécies adequadas ao ambiente que será inserida, podendo, desse modo, contribuir para o bem-estar dos munícipes, diminuir gastos com a manutenção e conjugar-se

adequadamente com as demais infraestruturas (Ferreira et al., 2020, Alves et al., 2023, Cerqueira et al., 2023).

Neste contexto, o estudo das árvores de ruas e sua compatibilidade com as calçadas visa possibilitar uma maior qualidade de vida e estender as oportunidades de acesso a todos os cidadãos (Rodrigues & Lima, 2021, Ozelim & Holanda, 2024). Trazendo esse panorama para o bairro Alto da Glória, em Curitiba – Paraná (PR), este estudo tem por finalidade compreender a adequabilidade de parâmetros técnicos da arborização do bairro perante a critérios de acessibilidade, trazendo para si características dendrométricas e urbanísticas.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O município de Curitiba está situado na porção leste (ou primeiro planalto) do estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil, sendo composto por 75 bairros divididos em 10 regionais administrativas (Figura 1) e possui altitude de 945 m e relevo levemente ondulado (PMC, 2023). Conforme a classificação de Köppen, a cidade possui clima do tipo Cfb e média anual de temperatura variando entre 13° e 21°C. De acordo com o Censo do IBGE de 2022, a cidade conta com 1.773.718 cidadãos e 58 m² de área verde por habitante.

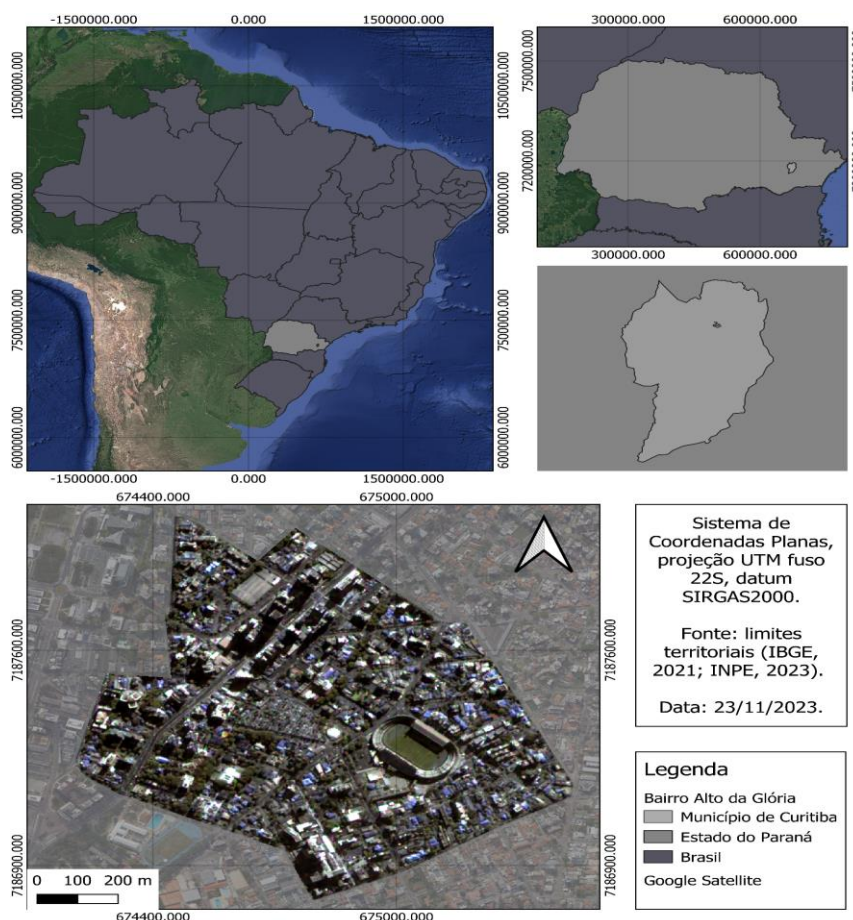


Figura 1. Localização espacial do bairro Alto da Glória, Curitiba-PR.

O estudo foi conduzido no bairro Alto da Glória, localizado na Regional Administrativa Matriz. Este bairro, o menor de Curitiba, ocupa apenas 0,2% do território municipal (0,88 km²) e abriga 3,22% da população da cidade, com 5.497 habitantes. Predominantemente residencial, o Alto da Glória é um bairro reconhecido por oferecer uma das melhores condições de vida de Curitiba (IBGE, 2017, IPPUC, 2018). Conforme Belin (2020), o bairro Alto da Glória começou a ganhar densidade populacional e prestígio com a inauguração do Passeio Público de Curitiba, um desenvolvimento impulsionado pelo ciclo da erva-mate.

A escolha da região para a pesquisa foi baseada em sua localização estratégica e na

Coleta de dados

O método de inventário utilizado no levantamento da arborização viária da área estudada foi de caráter quali-quantitativo, do tipo censo. Os dados foram coletados no período de 30 de novembro a 12 de dezembro de 2023, totalizando cerca de 42 horas de trabalho de campo, distribuídas em 7 campanhas. Utilizou-se a

Duarte, G. M., Mocroski, Correa, A. D. O. Lima, M. V. S. A., Biondi, D.

presença de pontos importantes da cidade. Fazendo divisa com o Centro, o Centro Cívico, o Juvevê e o Alto da XV, a área abriga o renomado Hospital de Clínicas da UFPR, o maior hospital público do estado. Este hospital realiza aproximadamente 100 mil consultas por mês, com uma média diária de 12 mil pessoas circulando em suas instalações (AAHC, 2024). No bairro também está o Estádio Couto Pereira, sede do clube Coritiba e um importante centro de entretenimento para a população, frequentemente utilizado para shows nacionais e internacionais. Além disso, o bairro abriga o Santuário Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, que atrai fiéis de municípios do interior do Paraná e de outros estados.

planilha digital do *software Kobo Toolbox*, de modo a facilitar e otimizar o tempo de coleta.

Foram considerados todos os indivíduos arbóreos que tivessem CAP (circunferência à altura do peito) igual ou superior a 15 cm (Santana et al., 2021), avaliando os seguintes itens:

- Árvores** - Identificação botânica; Altura da bifurcação (se maior que 1,80 é bifurcação positiva, se menor, negativa); Condição da raiz (opções R1, R2 e R3,

respectivamente raiz superficial afetando a calçada, superficial afetando o meio fio e superficial/ subterrânea no canteiro) e Tortuosidade do tronco (se menor que 20° é tortuosidade negativa, se maior, positiva).

B) Ambiente - Localização (nome da rua e coordenadas geográficas); qualidade da calçada (Ruim, Regular e Boa); medida da largura do passeio e tipo de revestimento da calçada.

Para avaliação do sistema radicular verificou-se a presença de afloramento de raízes, ou seja, quando as raízes ficam expostas à superfície, e possíveis danos causados ao entorno e as infraestruturas urbanas pelo afloramento das raízes (Jeong & Park, 2024). Para verificar a tortuosidade dos fustes arbóreos, utilizou-se o aplicativo Medida®, disponível para o sistema operacional iOS do iPhone. Para garantir consistência nas medições, o nível foi utilizado a uma altura aproximada do CAP.

Quanto à qualidade das calçadas, as categorias foram definidas da seguinte forma: 1) Ruim (caracterizada por ausência de revestimento ou pela presença de blocos quebrados e/ou deslocados, gerando acúmulo de água e dificultando/impossibilitando a passagem); 2) Regular (apresenta blocos gastos e faltantes, indicando a necessidade de manutenção e reparos para garantir a integridade da calçada); 3) Boa (revestimento padronizado, em boa condição, assegurando uma superfície estável e segura para pedestres).

Para analisar a arborização viária, após a tabulação dos dados, foram selecionadas as espécies com mais de 10 indivíduos presentes na arborização da área de estudo, com o objetivo de identificar aquelas que apresentam os maiores problemas relacionados às variáveis de acessibilidade, conforme a metodologia proposta por Lima Neto et al. (2010).

Geoprocessamento

Para visualizar a espacialização dos resultados da análise, foi criada uma imagem representativa com base nos dados obtidos do *dataframe*. Inicialmente, carregou-se o *dataframe* contendo informações detalhadas do levantamento realizado no estudo, na plataforma *Google Colaboratory* em linguagem de programação *Python*.

O processo de criação da imagem envolveu a seleção de três variáveis específicas do *dataframe*: a área da copa das árvores, a qualidade das calçadas e o ponto geográfico de cada árvore avaliada. Essas variáveis foram escolhidas para fornecer uma visão abrangente do ambiente em estudo. O ponto geográfico permite localizar cada elemento da análise em seu contexto espacial, enquanto a qualidade das calçadas indica o nível de acessibilidade das pessoas nas ruas e a compatibilidade com as árvores. Além disso, a área das copas das árvores oferece um indicador importante para possíveis comparações dos resultados.

Para realizar essa visualização, foram utilizadas algumas bibliotecas específicas de *Python*, que são ferramentas que auxiliam na manipulação e visualização de dados geográficos. Estas incluem:

- *Geopandas*: Uma biblioteca para trabalhar com dados geoespaciais no *Python*, permitindo a manipulação de dados geográficos de forma eficiente;
- *Matplotlib*: Uma biblioteca amplamente utilizada para criação de gráficos e visualizações em *Python*;
- *Contextily*: Uma biblioteca que permite adicionar mapas de fundo a gráficos criados com *Matplotlib*;
- *Seaborn*: Uma biblioteca de visualização de dados baseada em *Matplotlib*, que facilita a criação de gráficos estatísticos atraentes;
- *Shapely*: Uma biblioteca para manipulação e análise de objetos geométricos em *Python*.

Essas bibliotecas foram utilizadas em conjunto para criar uma representação visual dos dados analisados, permitindo uma compreensão mais clara e detalhada do ambiente estudado e dos resultados obtidos.

Resultados e discussão

Foi analisado um total de 882 indivíduos, distribuídos em 60 espécies e 26 famílias, sendo 27 de origem nativa e 33 exóticas, na arborização das ruas do bairro Alto da Glória, em Curitiba-PR. A Tabela 1 apresenta informações das espécies com mais de 10 indivíduos, com informações do nome científico, nome popular, família, DAP (diâmetro à altura do peito), frequência absoluta, frequência relativa e origem.

Tabela 1. Espécies identificadas que apresentaram mais de dez indivíduos no bairro Alto da Glória, Curitiba-PR

Nome científico	Nome popular	Família	DAP Médio (m)	F. Abs	F. Rel (%)	Origem
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Extremosa	Lythraceae	0,19	137	15,5	Exótica
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-amarelo-miúdo	Bignoniaceae	0,17	111	12,6	Nativa
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Monjoleiro	Fabaceae	0,67	96	10,9	Nativa
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	Dedaleiro	Lythraceae	0,23	78	8,8	Nativa
<i>Handroanthus umbellatus</i> (Sond.) Mattos	Ipê-amarelo-do-brejo	Bignoniaceae	0,12	63	7,1	Nativa
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Alfeneiro	Oleaceae	0,27	53	6,0	Exótica
<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	Meliaceae	0,36	29	3,3	Exótica
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liquidambar	Altingiaceae	0,53	28	3,2	Exótica
<i>Acer negundo</i> L.	Acer	Sapindaceae	0,27	22	2,5	Exótica
<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	Caliandra	Fabaceae	0,07	19	2,2	Nativa
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo	Bignoniaceae	0,18	17	1,9	Nativa
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Jerivá	Arecaceae	0,28	16	1,8	Nativa
<i>Prunus serrulata</i> Lindl.	Cerejeira-do-Japão	Rosaceae	0,12	14	1,6	Exótica
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Pau-ferro	Fabaceae	0,19	12	1,4	Nativa
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos	Ipê-amarelo-graúdo	Bignoniaceae	0,26	11	1,3	Nativa
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga	Myrtaceae	0,13	10	1,1	Nativa
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá mimoso	Bignoniaceae	0,55	10	1,1	Exótica
<i>Pleroma granulosum</i> (Desr.) D. Don	Quaresmeira	Melastomataceae	0,14	10	1,1	Nativa
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana	Fabaceae	0,59	10	1,1	Exótica

Legenda: DAP = Diâmetro Altura do Peito; F. Abs = Frequência Absoluta; F. Rel = Frequência Relativa.

Verificou-se que a espécie *L. indica* apresentou o maior número de árvores, totalizando 137 indivíduos, seguida por *H. chrysotrichus* (111), *A. colubrina* (96) e *L. pacari* (78). Como desenvolvido por Santamour (1990) e debatido por Konijnendijk (2023), a distribuição de espécies em determinada área não deve ultrapassar de 10% do total de indivíduos, nesse sentido, observa-se que no bairro Alto da Glória as espécies *L. indica* (15,53%), *H. chrysotrichus* (12,59%) e *A. colubrina* (10,88%) estão no limiar da proposta indicada pelos pesquisadores, devendo assim estudos serem realizados para a indicação de espécies que possam incrementar a diversidade biológica do bairro. Pensando para além de dados de espécie, Konijnendijk (2023) traz em seus estudos, evidências para a necessidade de uma melhor distribuição de espécies de um contexto micro para o macro, a chamada regra 3-30-300 discorre para o planejamento de três espécies

arbóreas a vista de qualquer casa, uma cobertura mínima de 30% de floresta urbana por bairro de uma cidade e a possibilidade de caminhar até um parque que seja no máximo 300 metros de residências. A análise desse contexto possibilita uma compreensão mais complexa, podendo ser um ponto de vista a ser apreciado em próximos trabalhos.

No levantamento realizado, observou-se uma correlação entre as variáveis analisadas, tortuosidade e altura de bifurcação, indicando que as espécies com maiores frequências de altura de bifurcação irregular também apresentavam tortuosidade no fuste. Cerca de 25,74% dos indivíduos exibiam altura de bifurcação abaixo da recomendação estabelecida, enquanto 13,15% exibiam tortuosidade. Para esses aspectos as espécies com maiores frequências foram *E. uniflora*, seguido por *P. granulosum*, *P. serrulata*, *C. foliolosa*, *L. lucidum* e *L. indica* (Figura 2).

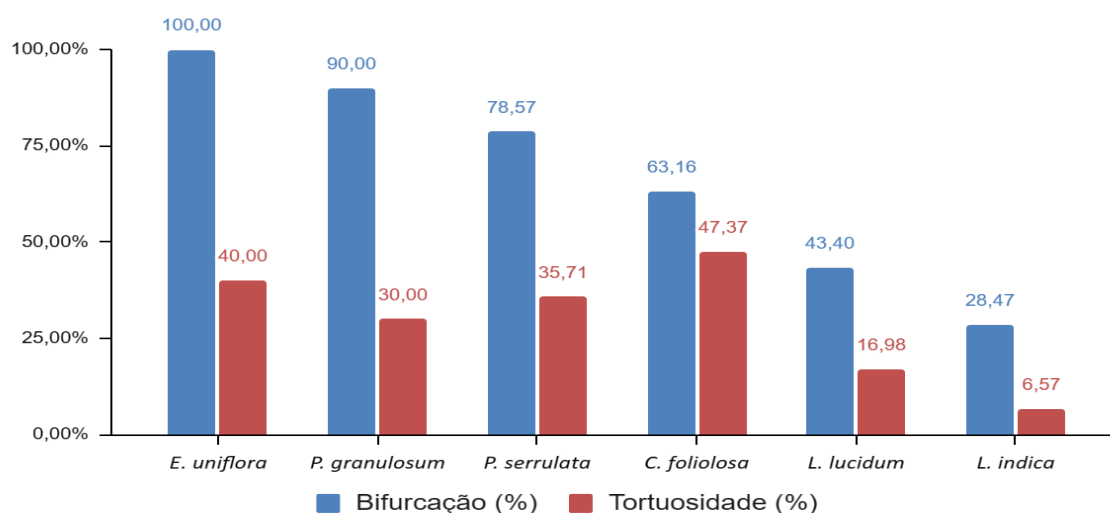


Figura 2. Frequência da altura de bifurcação e tortuosidade por espécies na arborização viária do bairro Alto da Glória, Curitiba-PR.

A falta de conformidade no fuste (tortuosidade) pode ser decorrente da ausência de manejo adequado (ou seja, de poda realizada fora das conformidades técnicas), problemas na condução e tutoramento das plantas durante a fase de muda, estado da madeira, as restrições no colo da raiz ou ainda da proximidade das construções em relação às árvores (Cavalari et al., 2024; Sousa et al., 2020). As mudas destinadas à arborização de ruas devem apresentar tronco único e retilíneo, com altura mínima de 2 metros, além de uma copa bem definida, entre outras características especificadas. Esse processo requer um planejamento que se inicia na coleta das sementes, Duarte, G. M., Mocroski, Correa, A. D. O. Lima, M. V. S. A., Biondi, D.

passando pelo beneficiamento, produção, controle, manejo, e culminando na distribuição das mudas (Moraes et al., 2022).

Outro fator que pode afetar a fluência do trânsito de pedestres são os afloramentos de raízes de árvores na calçada, que não apenas representam obstáculos, mas também podem criar superfícies irregulares, demandando atenção especial para garantir a segurança e mobilidade adequadas.

As espécies que apresentaram maior percentual de afloramento de raízes afetando o meio fio e a calçada foram: *A. colubrina*, *T. tipu*, *J. mimosifolia*, *L. styraciflua*, *A. negundo* e *M. azedarach* (Figura 3).

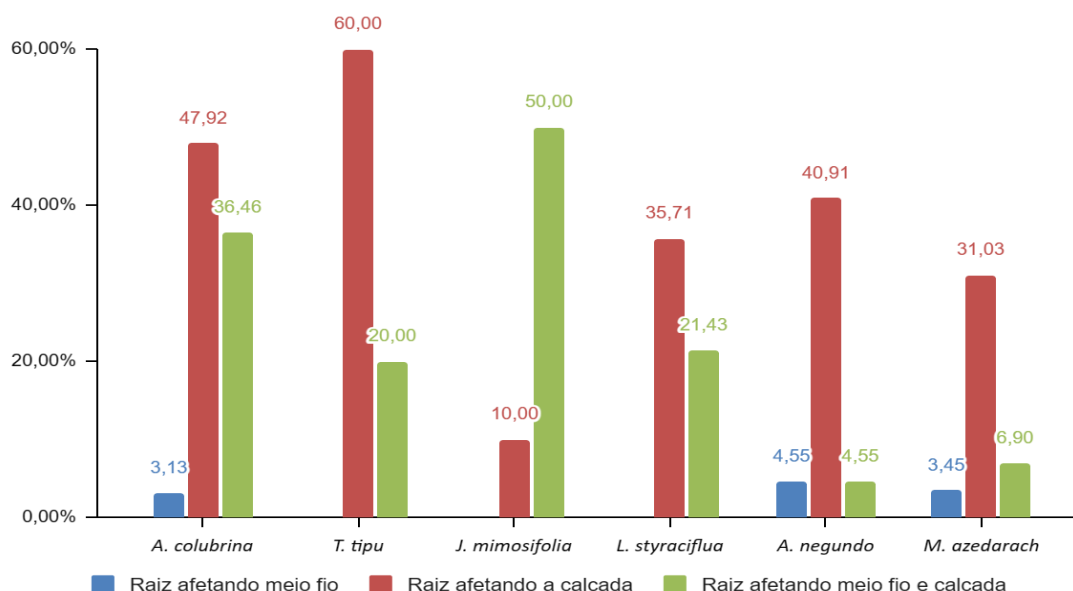


Figura 3. Espécies que apresentam maior frequência de raízes afetando o meio fio e/ou calçada na arborização viária do bairro Alto da Glória, Curitiba-PR.

Aproximadamente 87,50% dos indivíduos de *A. colubrina* apresentaram problemas com as raízes afetando o meio-fio e/ou a calçada. O plantio desta espécie é mais apropriado em parques e praças devido ao seu porte imponente e vida relativamente curta, não sendo indicada para uso em ruas (Martini & Canguçu, 2020), ainda assim, é utilizada por municípios do Brasil na arborização de ruas (Ferreira et al., 2024; Bispo et al., 2022).

Em Curitiba, embora as espécies *A. Colubrina*, *T. tipu* e *M. azedarach* apresentam aspectos positivos, como a produção expressiva de massa foliar, não são recomendadas para a

arborização de ruas devido ao grande porte e desenvolvimento de raízes superficiais. Dessa forma, o plantio dessas espécies nas ruas foi restringido, restando apenas os indivíduos mais antigos (Biondi & Althaus, 2005).

Da mesma forma, a espécie *L. styraciflua*, embora apresente um efeito estético atraente devido à mudança de cor de suas folhas no outono, deve ter seu uso na arborização de ruas restrito, sendo mais adequada para áreas verdes urbanas (Viezzer et al., 2014). Devido ao seu grande porte (Figura 4) e às raízes que, em solos com deficiente drenagem, se espalham com pouca profundidade, as árvores dessa espécie tornam-se propensas ao tombamento pelo vento (Shimizu, 2011).

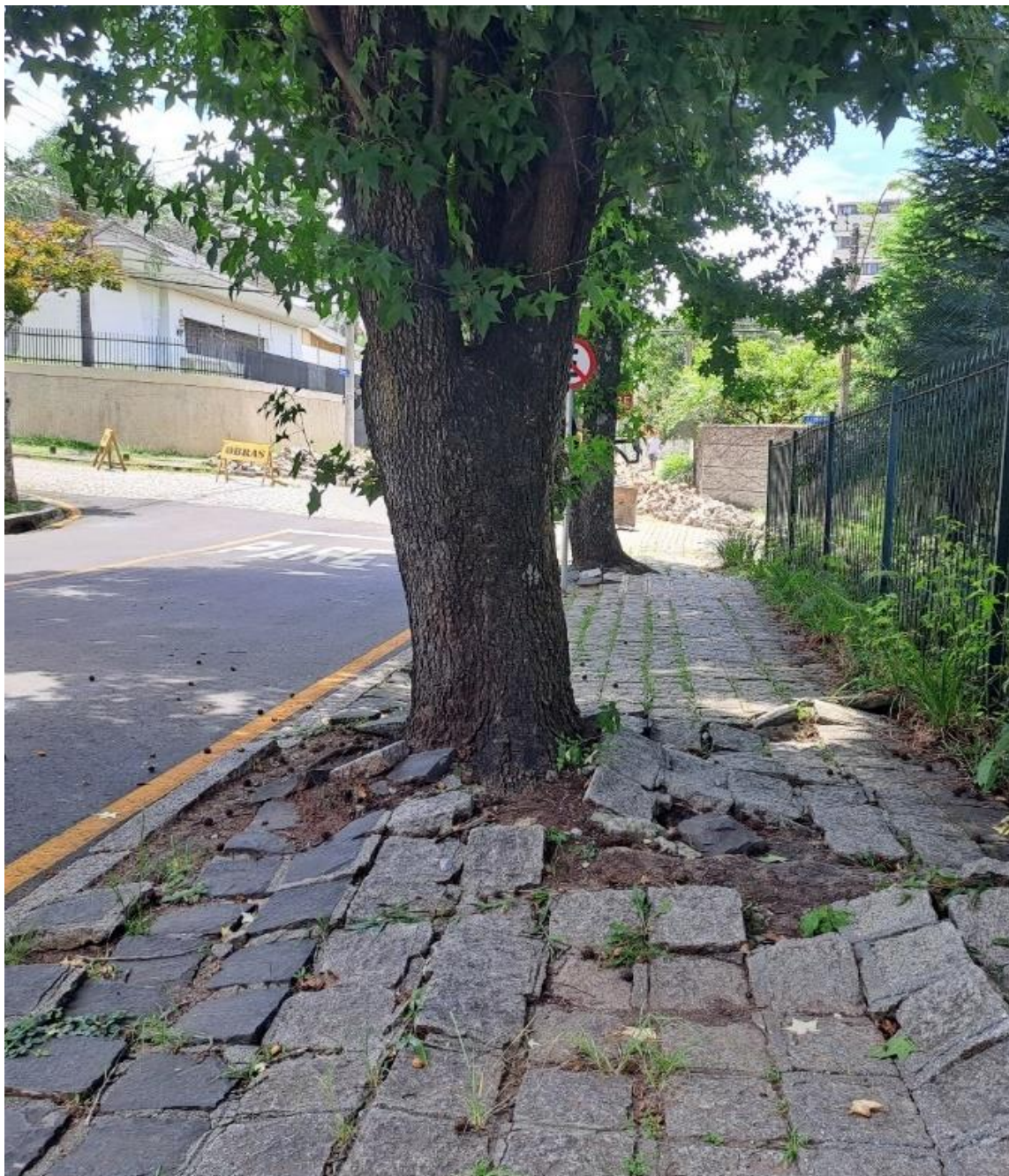


Figura 4. *L. styraciflua*: Afloramento de raízes de espécies de grande porte afetando a calçada e o meio-fio do bairro Alto da Glória, Curitiba-PR.

Caracterização do ambiente

Observou-se que 61,3% das estruturas dos passeios ao redor das árvores analisadas não eram compostas por materiais adequados (Figura 5). A predominância foi de pedra basáltica, conforme demonstrado na Tabela 2, um material não recomendado de acordo com as diretrizes do

CONFEA (2018), que estabelecem que a estrutura dos passeios deve possuir uma superfície regular, firme, contínua e antiderrapante sob qualquer condição, além de ser isenta de emendas, reparos ou fissuras.



Figura 5. Representações das calçadas do bairro Alto da Glória, Curitiba-PR, onde é possível visualizar, da esquerda para direita, um exemplo de árvore tortuosa e uma calçada com boa qualidade de caminhabilidade á uma rua com eixo de pedestre sem os critérios de acessibilidade.

Tabela 2. Materiais de passeio encontrados no bairro Alto da Glória, Curitiba-PR

Material	Nº de indivíduos	%
Pedra basáltica (paralelepípedo)	465	52,7
<i>Paver</i> *	314	35,6
Mista	69	7,8
Placa de concreto*	27	3,1
<i>Petit-pavé</i> (pedra portuguesa)	7	0,8

*Materiais recomendados para a faixa livre das calçadas conforme CONFEA (2018)

Em relação ao tamanho da faixa livre das calçadas, foi observado que o entorno de 139 árvores (15,7%) no bairro apresentou uma largura menor que 1,2 metros. Essa dimensão reduzida dificulta ou até mesmo impossibilita a passagem de cadeirantes, portadores de necessidades especiais e pessoas com carrinhos de bebê. A ABNT NBR 9050 (2020), visando estabelecer critérios e parâmetros técnicos a serem observados quanto ao projeto, construção, instalação e adaptação do meio urbano e rural, e de edificações às condições de acessibilidade, delimita uma largura mínima admissível de 1,2 metros e uma largura recomendável de 1,5 metros para as faixas livres das calçadas, garantindo o direito de locomoção para os transeuntes independente de suas necessidades físicas.

Quando avaliada a qualidade da calçada no entorno das árvores, 489 pontos foram classificados como regular (55,4%), 207 como bom e 186 ruim, 23,5 e 21,1%, respectivamente.

Verificou-se que a maioria das vias possui calçadas de qualidade média, representando

81,24% do total. A proporção de ruas com calçadas classificadas como boas e ruins é de 9,38% para cada categoria. Os principais fatores que afetam a qualidade dos passeios incluem: materiais irregulares e/ou soltos, presença de falhas e buracos, passeio com largura inferior a 1,2 m e, principalmente, o afloramento de raízes nas calçadas. Em relação a este último fator, dos 675 pontos classificados como regulares ou ruins (90,62% do total), 325 (48,2%) tiveram sua qualidade afetada pelo afloramento de raízes de árvores.

A Figura 6 ilustra a distribuição espacial das árvores ao longo das calçadas do bairro Alto da Glória, permitindo uma análise visual específica da qualidade do trecho da calçada adjacente a cada árvore. Na figura, a qualidade das calçadas é representada por uma escala cromática: áreas em verde indicam calçadas em boas condições, áreas em amarelo refletem qualidade regular, enquanto áreas em vermelho destacam calçadas em condições ruins.

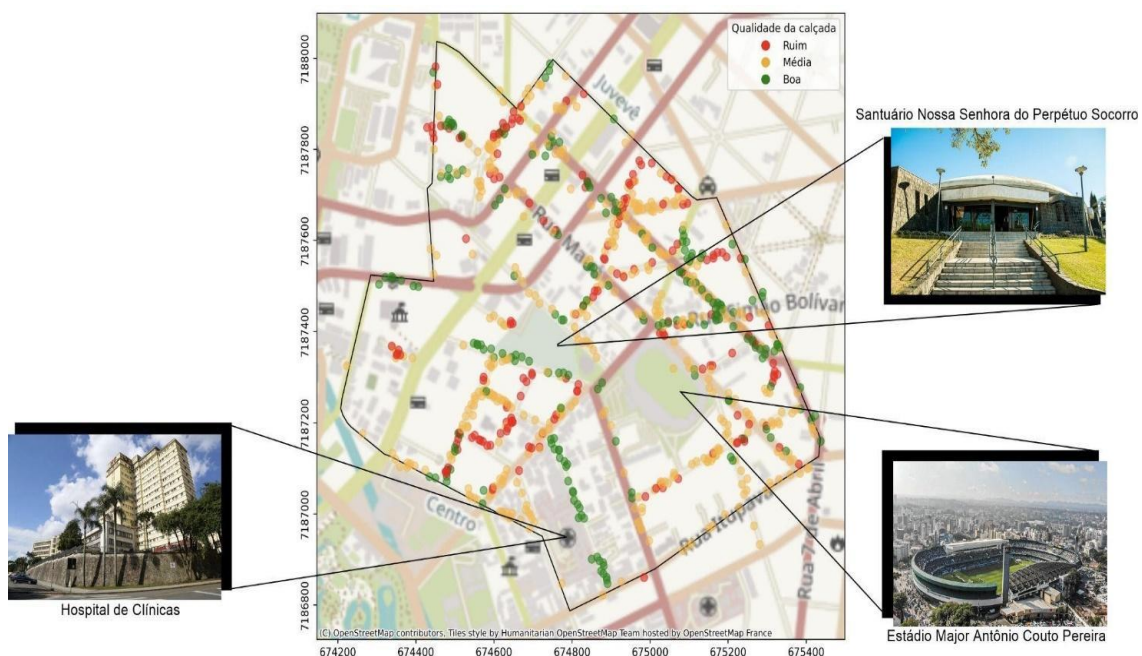


Figura 6. Distribuição da qualidade das calçadas no bairro Alto da Glória, Curitiba-PR.

Um aspecto relevante observado foi a ausência de calçadas em condição ruim nas proximidades do Hospital de Clínicas. Esse achado é significativo, considerando o intenso fluxo diário de pacientes que circulam na área, o que torna a manutenção adequada das calçadas essencial para garantir acessibilidade e segurança. Nas mediações do Santuário Nossa Senhora do Perpétuo Socorro,

um dos principais e mais tradicionais locais de referência da Igreja Católica de Curitiba, também foi identificado um dos trechos contínuos de melhor qualidade do bairro. Em contraste, nas redondezas do Estádio Couto Pereira, há uma maior incidência de calçadas em condições medianas e ruins. Esse cenário pode representar um obstáculo significativo para a locomoção dos

pedestres, especialmente devido ao grande número de pessoas que participam de eventos culturais e esportivos na região. A deterioração das calçadas nesses locais de alta circulação reforça a necessidade de intervenções para melhorar a infraestrutura e a segurança dos pedestres.

Os pontos isolados de calçadas em boas condições no restante do bairro parecem estar fortemente associados a áreas onde há residências novas, recentemente reformadas, ou estabelecimentos comerciais que investiram em melhorias na infraestrutura externa. No entanto, essa disparidade na qualidade das calçadas pode resultar em um ambiente urbano fragmentado, onde a infraestrutura pública depende excessivamente da iniciativa privada para se manter em boas condições. Esses resultados destacam a importância de políticas públicas que assegurem a uniformidade na qualidade das calçadas, incluindo a implementação de rampas de

acessibilidade e outros elementos de design universal que garantam a mobilidade de todos os cidadãos, independentemente da iniciativa individual dos proprietários. A ausência de uma abordagem mais coordenada pode perpetuar desigualdades urbanas, especialmente em áreas de menor poder aquisitivo, onde a capacidade de investimento privado é reduzida.

Na Figura 7, observa-se uma correlação entre o Diâmetro à Altura do Peito médio e a qualidade das calçadas. Os dados indicam que a média do DAP para árvores em calçadas classificadas como boas é de 0,20 cm, enquanto em calçadas de qualidade média, a média é de 0,26 cm. Em contrapartida, em calçadas consideradas ruins, essa média sobe significativamente para 0,40 cm. Esses números sugerem que a presença de árvores de grande porte, combinada com espaçamentos insuficientes dos canteiros, impacta diretamente a qualidade das calçadas no bairro Alto da Glória.

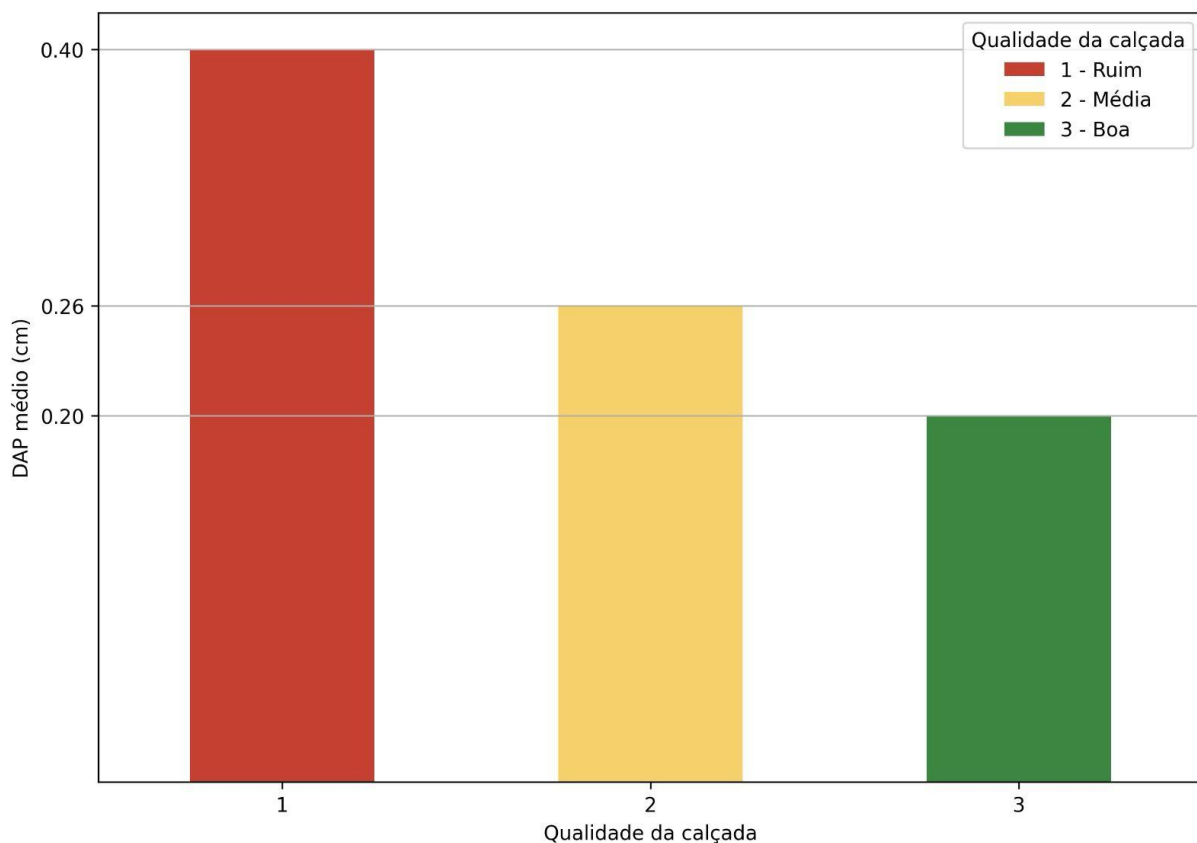


Figura 7. Relação entre a qualidade da calçada e dimensões do DAP.

Souza et al. (2020), ao diagnosticar a queda de árvores urbanas em Belo Horizonte-MG, observaram que a distribuição do DAP por classe de tamanho indicou que as árvores de grande porte apresentaram maiores dimensões de diâmetro, enquanto as árvores menores tiveram diâmetros

proporcionalmente menores. Segundo os autores, a maioria das árvores que caíram eram de grande porte (76,8%), sugerindo que a queda dessas árvores pode estar associada à falta de compatibilidade entre o tamanho das árvores e o

Duarte, G. M., Mocroski, Correa, A. D. O. Lima, M. V. S. A., Biondi, D.

espaço disponível para seu crescimento, indicando que este pode ser insuficiente.

Em contextos urbanos altamente desenvolvidos, onde a urbanização é caracterizada por superfícies quase totalmente impermeabilizadas, verticalização (prédios e construções), asfalto e outras superfícies que acumulam e refletem calor, além da poluição e alta concentração populacional, a presença de árvores de médio e grande porte é crucial para mitigar os efeitos adversos da ação humana sobre o ambiente. Os arbustos e árvores de pequeno porte, ao contrário, pelas próprias características intrínsecas destas espécies, não garantem os mesmos efeitos propiciados pelas árvores (Sun et al., 2024).

Dessa forma, o planejamento urbano adequado, que inclui o estabelecimento, desenvolvimento e manutenção de uma arborização de qualidade, bem como a criação de calçadas que promovam acessibilidade e mobilidade, deve ser uma prioridade para os gestores públicos (Rui & Othengrafen, 2023). O plantio de árvores, quando inserido em um contexto de planejamento urbano sistêmico e com projeção das necessidades futuras, é crucial para evitar problemas de incompatibilidade com o ambiente. Esse planejamento não apenas otimiza os serviços ecossistêmicos, mas também promove o bem-estar e a saúde das populações urbanas.

A abordagem holística da organização urbana, tendo em consideração demais elementos de composição, como a instalação de rampas acessíveis, faixas de pedestres bem-posicionadas, semáforos e sinalizações adequadas é essencial para o equilíbrio das necessidades das populações garantia de acessar todos os ambientes. Esses são essenciais para criar um ambiente inclusivo e seguro, onde pedestres de todas as idades e condições físicas possam circular com autonomia. A implementação de mobiliário urbano, somada a um planejamento de arborização, é fundamental para tornar o espaço mais convidativo, confortável e sustentável (Almeida et al., 2024). Outro aspecto que devem ser levados em consideração é o reconhecimento da iluminação pública como um elemento-chave para promover a caminhabilidade segura dos pedestres.

No caso das calçadas, além dos desníveis frequentemente detectados em bairros residenciais, há uma baixa adesão ao piso tátil e às rampas. A existência de sinal sonoro para a travessia de pessoas com deficiência visual e outros instrumentos que possibilitem as múltiplas pessoas com deficiência e mobilidade reduzida viver a cidade em sua plenitude.

A construção de instrumentos legais para esse sentido, vinculado com as diretrizes de construção de novas residências e demais empreendimentos figura-se como um caminho para garantir o direito à cidade para todos, indo além do mero prazer estético de visualização de uma boa cidade, mas de viver em uma paisagem segura para todos.

Conclusão

Com este estudo, foi possível concluir que a escolha inadequada de espécies arbóreas e o desconhecimento sobre as características de desenvolvimento dessas espécies na arborização viária impactam negativamente a qualidade das infraestruturas da área de estudo, podendo afetar consideravelmente as pessoas com mobilidade reduzida. Observou-se que árvores com altura de bifurcação inadequada e fustes tortuosos, além de sistemas radiculares agressivos, interferem significativamente nas calçadas, causando deformações e obstruções que comprometem tanto a acessibilidade quanto a segurança dos transeuntes.

Com base na análise dos aspectos físicos das calçadas do bairro Alto da Glória, como o material, a largura da faixa livre e a qualidade do passeio, conclui-se que a acessibilidade no bairro é considerada regular. No entanto, outros pontos necessitam de ajustes e manutenções para estar em conformidade com as normas de acessibilidade vigentes, devido à ausência de um padrão predominante sugerido. A visualização desse cenário pode estar sendo valorizada segundo características socioeconômicas do bairro e a disponibilidade da prefeitura em prover benefícios quanto a isso.

Nesse sentido, o estudo sugere que sejam desenvolvidas demais pesquisas comparativas com outras áreas da cidade de Curitiba, avaliando, desse modo, a qualidade da arborização viária segundo parâmetros socioeconômicos de outras regionais. Ademais, sugere-se, também, que na revisão do Plano Diretor (que ocorre no ano de 2025) sejam realizadas pressões no poder executivo e legislativo para que a arborização urbana e a qualidade das vias sejam garantidas, utilizando-se de instrumentos de fiscalização nesse sentido. Indo além, deve-se anexar os conhecimentos aqui empreendidos na elaboração do Plano Diretor de Arborização Urbana da cidade, que também consta em processo de escrita.

A seleção cuidadosa das espécies, o manejo adequado das árvores e a implementação

de canteiros com dimensões apropriadas são essenciais para mitigar os impactos negativos e garantir cidades mais acessíveis, inclusivas e bem arborizadas, afetando a aceitação das árvores pelos transeuntes e implicando na redução de custos com manutenção.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado como requisito parcial para aprovação na disciplina de Floresta Urbana, sob orientação da professora Dra. Daniela Biondi Batista, do Programa de Pós-Graduação Engenharia Florestal, da UFPR. Assim, agradecemos a docente e ao curso pela estrutura que possibilitou o desenvolvimento desse e demais outras pesquisas.

Os autores agradecem, também, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação Araucária pelas bolsas concedidas.

Referências

- Almeida, M. P. de, Farias, M. M. A. G. de, Matias, E. B. S. S. E., & Oliveira, M. G. de. (2024). Diretrizes para melhoria das calçadas e vias públicas da Rua Coronel Alexandre Pinto em Uiraúna-PB. *Revista Interdisciplinar em Saúde*, 11(1), 663-682. <https://doi.org/10.35621/23587490.v11.n1.p663-682>
- Amaral, R. D. de A. M., Morato, R. G., Mariano, R. S., & Ferreira, J. M. R. (2021). Ferramentas para gestão da floresta urbana. *Revista De Gestão Ambiental E Sustentabilidade*, 10(1), e18131. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.18131>
- Araújo, R. R., & Guedes, I. C. M. (2023). Análise do uso das calçadas nos deslocamentos cotidianos em uma cidade da região nordeste - Brasil. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 12(1), 175. <https://doi.org/10.3895/rbpd.v12n1.15483>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). ABNT NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. ABNT.
- Bobrowski, R., Cuchi, T., Aguiar, J. T., Crovador Junior, S. A., Vendruscolo, E., Pesck, V. A., & Stepka, T. F. (2022). Methods for the estimation of sampling sufficiency in urban forest inventories: The case of non-patterned compositions of trees on sidewalks. *Urban Forestry & Urban Greening*, 70, 127523. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127523>
- Brasil. (1981). Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (1998). Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2000). Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/110098.htm
- Brasil. (2001). Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana (Estatuto da Cidade). *Diário Oficial da União*.
- Brasil. (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Código Florestal). *Diário Oficial da União*.
- Cavalari, A. A., Velasco, G. D. N., Silva-Luz, C. L., Rosa, A. S., Waetge, A. A. N., Barbosa, E. S., Biazzo, F. C. M., Kavamura, H. E., Silva Filho, C. A., & Silva, E. B. F. B. (2024). Predicting tree failure to define roles and guidelines in risk management: A case study in São Paulo, Brazil. *Urban Forestry & Urban Greening*, 91, 128181. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128181>
- Curitiba. (2005). Lei Municipal Nº 11.596, de 24 de novembro de 2005. Dispõe sobre a acessibilidade e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Curitiba*.
- Curitiba. (2006). Decreto Municipal Nº 1.066, de 20 de dezembro de 2006. Regulamenta a Lei Municipal Nº 11.596/2005, que dispõe sobre a acessibilidade e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Curitiba*.
- Felippe, B. M., Bolzan, M. R., Eugenio, F. C., & Bobrowski, R. (2022). Análises diretivas para o processo de gestão da arborização de calçadas em São Pedro do Sul, RS. *Ciência Florestal*, 32(4), 2035–2056. <https://doi.org/10.5902/1980509866158>
- Ferreira, J. A., Moraes, L. A., Lima, A. de S., Batista, W. F. de M., & Machado, R. R. B. (2024). Inventário da arborização urbana do município de Altos, Piauí, Nordeste do Brasil. *REVISTA DELOS*, 17(62), e3006. <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n62-015>

- Gonçalves Romeiro Ferreira, H., Teixeira de Seixas Filho, J., & Conceição Reis Pereira Mello, S. (2021). Vegetação Urbana no Município do Rio de Janeiro: gestão e bem-estar social. *Cadernos Do Desenvolvimento Fluminense*, (18), 100–122. <https://doi.org/10.12957/cdf.2020.54829>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Tipologia intraurbana: Espaços de diferenciação socioeconômica nas concentrações urbanas do Brasil. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101470>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/0a9afaed04d79830f73a16136dba23b9.pdf
- Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. (2018). Dados geográficos: Divisa e bairros e regionais. <https://www.ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>
- Jeong, J., & Park, C.-R. (2024). Urban forest indicator assessment for nature-based solutions to connect biodiversity and people. *Ecological Indicators*, 169, 112843. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112843>
- Konijnendijk, C. C. (2023). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*, 34, 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>
- Lima Junior, L. M., Locastro, J. K., & Rasbold, J. C. (2020). Análise das interferências do sistema radicular da arborização na infraestrutura urbana: Um estudo de caso aplicado em Floresta - PR. *Journal of Exact Sciences*, 26(1), 05-11. <https://www.mastereditora.com.br/jes>
- Lima Neto, E. M., Bardelli-da-Silva, M. Y., Silva, A. R., & Biondi, D. (2010). Arborização de ruas e acessibilidade no bairro centro de Curitiba-PR. *Revista Da Sociedade Brasileira De Arborização Urbana*, 5(4), 40–56. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v5i4.66316>
- Lima, M. V. S. A., & Silva, J. M. da. (2024). Ambiente ecologicamente equilibrado: notas sobre arborização urbana nas legislações ambientais. *Revista Brasileira De Geografia Física*, 17(4), 3052–3066. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.4.p3052-3066> (Original work published 23° de julho de 2024)
- Martini, A., & Canguçu, J. A. (2020). Qualidade da arborização viária do campus da Universidade Federal de Viçosa. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(2), 418-433. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.002.0038>
- Moraes, L. A., Passos, T. L. de S., Santos, L. A. dos, Lima, A. de S., Batista, W. F. de M., Santos, K. P. P., & Machado, R. R. B. (2022). The importance of seedling production for urban afforestation: public nurseries in the city of Teresina, Piauí, Brazil. *Research, Society and Development*, 11(2), e22111225475. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25475>
- Ozelim, J. C., & Holanda, F. R. B. (2024). Teoria da Sintaxe Espacial (TSE) e caminhabilidade: Uma breve revisão sistemática da literatura. *Revista De Morfologia Urbana*, 12(1). <https://doi.org/10.47235/rmu.v12i1.353>
- Pinheiro, A. M. P., & Pontes, A. N. (2023). Âmbito legal e prático: Os pedestres nas capitais da Amazônia Oriental brasileira. *Revista Foco*, 16(10), e3089. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n10-025>
- Prefeitura Municipal de Curitiba. (2023). Perfil da cidade de Curitiba. <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>
- Rui, J., & Othengrafen, F. (2023). Examining the Role of Innovative Streets in Enhancing Urban Mobility and Livability for Sustainable Urban Transition: A Review. *Sustainability*, 15(7), 5709. <https://doi.org/10.3390/su15075709>
- Santana, J. A. da, Zaccharias, A. F. da S., Silva, A. B. da, Freire, A. S. M., & Zaccharias, E. G. (2021). Florística, fitossociologia e índices de diversidade da Caatinga em assentamento rural no Rio Grande do Norte, Brasil. *Biodiversidade Brasileira - Biobrasil*, 11(1), 1-13. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i1.1824>
- Shimizu, J. Y. (2011). Liquidambar para produção de madeira no sul e sudeste do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 50, 127–127. Recuperado de <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/246>
- Souza, M. M. de, Bittencourt, A. R., & Martini, A. (2020). Diagnóstico sobre a queda de árvores urbanas em Belo Horizonte-MG. *Advances in Forestry Science*, 7(1), 867. <https://doi.org/10.34062/afs.v7i1.8134>
- Sun, F., Zhang, J., Takeda, S., Cui, J., & Yang, R. (2024). Vertical Plant Configuration: Its Impact on Microclimate and Thermal Comfort in

- Urban Small Green Spaces. *Land*, 13(10), 1715. <https://doi.org/10.3390/land13101715>
- Vendruscolo, E., Zanon, M. L. B., & Bobrowski, R. (2023). Compatibility between forest species, soil area, and accessibility on sidewalks. *Floresta*, 53(2), 184. <https://doi.org/10.5380/rf.v53i2.84028>
- Viezzler, J., Martini, A., & Biondi, D. (2014). Diagnóstico da arborização da Avenida Padre Natal Pigatto em Campo Largo-PR. *Enciclopédia Biosfera*, 10, 1251–1262.