



UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA

LATO SENSU

MONOGRAFIA

**ANÁLISE DE ÁRVORES URBANAS: ESTRUTURAÇÃO DO
PROTÓCOLO DE INSPEÇÃO DE ÁRVORES DE RISCO - PIAR.**

MARJORIE OCHOSKI

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA – LATO SENSU**

**ANÁLISE DE ÁRVORES URBANAS: ESTRUTURAÇÃO DO
PROTÓCOLO DE INSPEÇÃO DE ÁRVORES DE RISCO - PIAR.**

MARJORIE OCHOSKI

Sob a Orientação do Professor
Sérgio Brazolin

Monografia submetida como requisito
parcial para obtenção do grau de
**Especialista em Arborização
Urbana**, no Curso de Pós-Graduação
em Arborização Urbana – Lato Sensu.

Seropédica, RJ
Maio de 2024.



Ficha Catalográfica

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pela autora:

O16a Ochoski, Marjorie, 1989-
Análise de Árvores Urbanas: Estruturação do
Protocolo de Inspeção de Árvores de Risco - PIAR /
Marjorie Ochoski. - Rio de Janeiro, 2024.
30 f.

Orientador: Sérgio Brazolin.
Monografia(Especialização). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Especialização em Arborização
Urbana, 2024.

1. Avaliação de Risco. 2. Normas Técnicas. 3.
Objetividade. 4. Biomecânica. 5. Metodologias. I.
Brazolin, Sérgio, 1964-, orient. II Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Especialização em
Arborização Urbana III. Título.

TERMO Nº 321/2024 - DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)

Nº do Protocolo: 23083.022931/2024-77

Seropédica-RJ, 10 de maio de 2024.

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

Termo de aprovação da defesa de **Marjorie Ochoski**.

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

MONOGRAFIA APROVADA EM 08/05/2024

(Assinado digitalmente em 10/05/2024 09:47)
JOAO VICENTE DE FIGUEIREDO
LATORRACA

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)
Matrícula: ####169#3

(Assinado digitalmente em 05/06/2024 13:27)
SERGIO BRAZOLIN

ASSINANTE EXTERNO
CPF: ####.###.598-##

(Assinado digitalmente em 20/05/2024 14:30)
NINA MARIA ORNELAS CAVALCANTI

ASSINANTE EXTERNO
CPF: ####.###.858-##

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Natalino Ochoski e Sueli Gonçalves Ochoski, pelo incentivo inquestionável em todas as minhas escolhas. Sob muito suor e sacrifício, mesmo diante das maiores dificuldades, nunca houve um momento de dúvida sobre minha capacidade e potencial. Eles sopram coragem em meu caminho e enchem meus pulmões de fôlego para encarar os desafios da vida longe do quentinho do ninho.

Ao meu irmão Jeferson Gonçalves Ochoski, que entre trocas de fraldas e escalações exaustivas de trabalho, consegue disposição (ou quase isso) para dar suporte em uma mudança com ao menos três lances de escadas, colocando em xeque o cardio de qualquer um, ainda mais com a sua idade e flexibilidade. Por todo o apoio de sempre, mas principalmente, pela união com a Isabella, gerarem um filho que é a minha cara, sanando a curiosidade de ver um clone meu sem que eu precise passar pelo processo fisicamente. Gratidão ao casal pelo melhor presente em nossas vidas, Kauã!

Ao L.O. por me inserir no mundo da arborização urbana, terreno que nunca imaginei explorar quando iniciei o meu estágio sob sua orientação, ainda na graduação. O que começou como um freelancer de suporte de plataformas em reuniões online de eventos de arborização urbana para ajudar na fase universitária de uma alojada palpéríma da Universidade, evoluiu para uma pós-graduação e, atualmente, o caminho que venho explorando profissionalmente com muito respeito e a intenção de melhora contínua.

Ao Professor João Vicente Latorraca pelo convite de ingressar na pós-graduação e confiança depositada em mim para compor o seu núcleo de estudos, pela oportunidade de aprender e agregar conhecimentos do tema que venho defender. Passando por uma primeira experiência prática cercada de professores dos quais sou igualmente grata, Alexandre Monteiro e Hugo Amorim, com quem pude compartilhar riquíssimos momentos de conhecimento e afeto.

Ao meu orientador, professor Dr. Brazolin, do qual sou uma grande admiradora, agora ainda mais. Pela imprescindível orientação para que eu seguisse estimulada e, principalmente, calma no processo. A assistência, comunicação e retornos quase que imediatos foram excepcionais para que fosse possível acreditar que daria certo encarar essa maratona contra o relógio de prazos e rotina desafiadores.

Agradeço profundamente aos membros da banca por aceitarem o convite para contribuir com este trabalho, bem como pela atenção e disponibilidade demonstradas. É uma verdadeira honra contar com a participação de um grupo tão seletos de profissionais altamente qualificados e respeitados.

Ao amigo de turma, Felipe Fuks, que foi desde a primeira aula um companheiro fiel e fundamental em todo o processo. Seguramos firme, meu querido! Apoiamos-nos e construímos esse caminho lado a lado tantas vezes, vibrando a cada etapa conquistada. Sem você tudo seria diferente, agradeço por tanto, você é um ser humano incrível! Um Megazord vencedor!

Aos estimados amigos Manon, Alê e Lucélio pela amizade construída sob contribuições ricas e descontraídas, pelo apoio e empatia em tantos momentos, sob boas risadas, ou olhos lacrimejando de vontade de chorar, sempre houve uma palavra, um gesto ou uma forma de dizer – estamos juntos nessa! Privilégio imensurável esbarrar com vocês nessa vida.

Ao amigo e companheiro de trabalho Silvério, por abrir tantas portas, pelo incentivo, por acreditar e por estar ao meu lado em difíceis tomadas de decisão profissionais, a minha eterna gratidão.

À minha amada amiga, Ju Estrella, farol de ideias e conselhos, como eu tenho sorte de contar contigo, minha cara.

Aos professores pela paciência e atenção e a todos que eu não mencionei, mas que formam essa colcha de retalhos que é a minha trajetória, cheia de personagens e participações especiais.

Por último, mas não menos importante, à UFRRJ pela assistência maternal nesses quase 10 anos de relação acadêmica intensa e transformadora. Uma máquina de realizar sonhos, vida longa! “Não permita, Deus, que eu morra sem que eu volte para a Rural.”

RESUMO

OCHOSKI, Marjorie. **Análise de Árvores Urbanas: Estruturação do Protocolo de Inspeção da Arborização Urbana - PIAR.** 2024. 21 p. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

As árvores urbanas, além de compor paisagens e oferecer benefícios ambientais, podem representar riscos quando negligenciadas ou afetadas por condições extremas. As avaliações da fitossanidade e estabilidade das árvores são fundamentais para identificar potenciais perigos e tomar medidas preventivas ou corretivas. Investir em protocolos de avaliação de risco não só previne tragédias evitáveis, mas também promove uma administração responsável dos recursos naturais urbanos. Para desenvolver um protocolo eficaz, é crucial considerar normas estabelecidas e experiências práticas, visando aprimorar continuamente as práticas de manejo arbóreo. Este trabalho busca apresentar um protocolo de inspeção da arborização, conforme a norma NBR 16246, para auxiliar profissionais em avaliações de risco de árvores, visando reduzir incertezas na recomendação de manejo. Pretende-se identificar e classificar atributos relacionados a quedas de galhos ou árvores inteiras; incorporar conceitos de biomecânica na análise de risco das árvores; oferecer elementos para a elaboração de um manual de instruções com linguagem padronizada e apoiar a criação de um aplicativo para aprimorar avaliações e agilizar a produção de relatórios técnicos. Após levantamento bibliográfico, os atributos de interesse foram categorizados de acordo com as diretrizes da norma NBR 16246. O Protocolo de Inspeção da Arborização Urbana - PIAR foi elaborado com base em conceitos de biomecânica, botânica e práticas de manejo, categorizando defeitos naturais e antrópicos quanto ao estado de alerta. Os resultados foram apresentados em forma de protocolo e seguem as premissas da norma NBR 16246 e outros protocolos reconhecidos. As conclusões sobre o PIAR destacam a objetividade na avaliação de árvores de risco, usando cores e categorias para facilitar a tomada de decisão. Além disso, ressaltam a análise do crescimento adaptado das árvores e a sugestão de análises mais detalhadas quando necessário. Sua integração futura a um aplicativo visa melhorar a eficiência das avaliações, promovendo uma gestão ambiental mais ágil e responsável, elevando os padrões de preservação do patrimônio arbóreo urbano.

Palavras-chave: Avaliação de Risco, Normas Técnicas, Objetividade, Biomecânica, Metodologias.

ABSTRACT

OCHOSKI, Marjorie. **Analysis of Urban Trees: Structuring the Urban Tree Planting Inspection Protocol - PIAR.** 2024. 21 p. Monograph (Specialization in Urban Afforestation). Forestry Institute, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

Urban trees, in addition to composing landscapes and offering environmental benefits, can pose risks when neglected or affected by extreme conditions. Professional assessments of tree health and stability are essential to identify potential hazards and take preventive or corrective measures. As well, investing in risk assessment protocols not only prevents avoidable tragedies, but also promotes responsible management of urban natural resources. To develop an effective protocol, it is crucial to consider established standards and practical experiences, aiming to continually improve tree management practices. This work seeks to present an afforestation inspection protocol, in accordance with the NBR 16246 standard, to assist professionals in tree risk assessments, aiming to reduce uncertainties in management recommendations. The aim is to identify and classify attributes related to falling branches or entire trees; incorporate biomechanics concepts into tree risk analysis; offer elements for the preparation of an instruction manual with standardized language and support the creation of an application to improve evaluations and speed up the production of technical reports. After a bibliographic survey, the attributes of interest were categorized according to the guidelines of the NBR 16246 standard. The Urban Afforestation Inspection Protocol - PIAR was prepared based on concepts of biomechanics, botany and management practices, categorizing natural and anthropic defects as to alert status. The results were presented in the form of a protocol and follow the premises of the NBR 16246 standard and other recognized protocols. Conclusions about PIAR highlight objectivity in evaluating risk trees, using colors and categories to facilitate decision making. Furthermore, they highlight the analysis of adapted tree growth and the suggestion of more detailed analyzes when necessary. Its future integration into an application aims to improve the efficiency of assessments, promoting more agile and responsible environmental management, raising the standards of preservation of urban tree heritage.

Keywords: Risk Assessment, Standard, Objectivity, Biomechanics, Methodologies.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2.1. Objetivos Gerais.....	11
2.2. Objetivos Específicos.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1. Arborização Urbana – Breve Contextualização Histórica	11
2.2. Regulamentações.....	12
2.2.1. Norma Técnica (ABNT) - NBR 16246 - Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas.....	13
2.2.2. NBR 16246 - Parte 1: Poda	13
2.2.3. NBR 16246 - Parte 3: Análise de Risco	13
2.2.3.1. Níveis de Inspeção	13
2.3. Análise de Risco em Árvores Urbanas	14
2.4. Conhecimentos aplicados em Avaliações de Risco de Árvores	15
2.4.1. Botânica.....	15
2.4.2. Fitossanidade	16
2.4.3. Biomecânica das Árvores	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5. CONCLUSÕES	25
6. RECOMENDAÇÕES.....	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. INTRODUÇÃO

Entre raízes e copas, as árvores se erguem nas paisagens urbanas, conduzindo uma orquestra de benefícios. Seja amenizando temperaturas, promovendo melhorias na qualidade do ar, contribuindo para a conservação da biodiversidade ou deslumbrando com suas exuberantes florações e eternizando memórias sob suas sombras, elas envolvem e se inserem as metrópoles de todo o globo terrestre.

Contudo, não é raro observar incidentes envolvendo árvores em centros antropizados. Quando negligenciadas, mal gerenciadas ou afetadas por condições climáticas extremas, as árvores podem representar um risco para a vida e a malha urbana. Desde quedas de galhos, colapso de árvores inteiras a danos às propriedades, os impactos podem ser significativos, imprevistos e fatais.

Manchetes circulam diariamente com títulos alarmantes: “Temporal no Rio causa bolsões d’água, deslizamentos e derruba árvores no Grande Rio.” (g1, 2021); “Em São Paulo risco de queda de árvores é influenciado por altura de prédios no entorno e idade do bairro”. (Folha de São Paulo, 2022); “Quedas de árvores provocam mortes e acidentes; descuido governamental preocupa especialistas.” (g1, 2023); “Cuidar das árvores das grandes cidades é questão de urgência, dizem especialistas”. (CNN, 2024). Esses incidentes destacam a importância de uma gestão que atente aos cuidados preventivos da arborização urbana, visando garantir a segurança humana e a integridade da infraestrutura das cidades.

A avaliação abrangente da fitossanidade e estabilidade das árvores realizada por profissionais especialistas identifica potenciais perigos causados por essas falhas e permite a adoção de medidas apropriadas de manejo arbóreo, como podas, tratamento fitossanitário, reforço estrutural ou até mesmo a supressão segura de árvores em condições críticas.

Ao identificar árvores em risco, é possível intervir sem comprometer o habitat da flora e fauna, o que ajuda a manter o equilíbrio ecológico nas áreas urbanas, promovendo a coexistência harmoniosa entre a natureza e sociedade humana, além de economizar recursos públicos e privados ao evitar danos materiais. Investir em avaliações regulares de risco não apenas previne tragédias evitáveis, mas também promove uma administração responsável e sustentável dos recursos naturais urbanos.

Dessa maneira, abordagens e protocolos vêm sendo desenvolvidos para auxiliar profissionais e gestores nesse processo de tomada de decisão. São metodologias de inspeção de risco e indicação de manejo com diferentes níveis de análises, atributos de avaliação e especificidades que melhor se adaptam às necessidades e contextos locais.

Um protocolo de avaliação de árvore deve, dentro das limitações de inspeção, auxiliar o inspetor a indicar e caracterizar as evidências objetivas de risco para a tomada de decisão e elaboração de um parecer técnico adequado – as incertezas sempre existirão nessa análise, pois a árvore pode ser considerada uma estrutura de alta complexidade, mas a decisão não pode ser feita com base em considerações apenas subjetivas.

Ao propor novos critérios e padrões de avaliação é preciso debruçar-se às normas e métodos já consolidados para que haja contribuição e avanço de ações pautadas em conhecimento técnico, promoção de inovação e aprimoramento contínuo das práticas de manejo arbóreo.

Neste contexto, busca-se desenvolver um protocolo de inspeção para o manejo da arborização urbana que considere particularidades e experiências dos profissionais envolvidos em avaliações de risco de árvores de uma empresa que presta serviços de poda e manutenção de áreas verdes em áreas públicas e privadas.

2.1. Objetivos Gerais

Elaborar um protocolo de inspeção para o manejo da arborização urbana, em conformidade com a norma brasileira NBR 16246 - Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas Parte 1: Poda e Parte 3: Avaliação de risco de árvores, auxiliando os profissionais envolvidos em avaliações de risco de árvores de uma empresa que presta serviços de poda e manutenção de áreas verdes em espaços públicos e privados na diminuição das incertezas na tomada de decisão de recomendação de manejo.

2.2. Objetivos Específicos

- i. Indicar e categorizar atributos quanto à sua relação com queda de galhos ou de toda a árvore;
- ii. Introduzir conceitos de biomecânica na análise de árvores de risco;
- iii. Fornecer elementos para o desenvolvimento de um manual de instruções com linguagem padronizada para garantir sistematização do conhecimento e termos técnicos;
- iv. Dar subsídios à criação de aplicativo destinado a aperfeiçoar as avaliações e acelerar a confecção de relatórios técnicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Arborização Urbana – Breve Contextualização Histórica

Desde que se tem consciência, a humanidade convive em sociedade, estabelecendo relações complexas com o ambiente natural. Ao longo das eras, o papel da vegetação tem oscilado conforme as distintas culturas e períodos. Enquanto para alguns grupos humanos a presença das plantas é fundamental para a subsistência e união comunitária, para outros, seu valor reside primordialmente em aspectos estéticos e decorativos (BONAMETTI, 2020).

Foi durante o Renascimento Europeu que a arborização urbana começou a ser formalmente planejada e implementada (MEUNIER, 2009). O processo de urbanização na Europa teve início na metade do século XV, com o surgimento das primeiras praças e jardins, conforme aponta Segawa (1996). Nos séculos XV e XVI as cidades de Londres e Paris iniciaram a inserção de árvores em seus espaços urbanos. De acordo com Terra (2000), em Paris, essa prática foi formalizada por meio de legislação específica, resultando na criação dos renomados boulevards parisienses. A partir do século XVII, todas as cidades importantes na Europa seguiram esse padrão, criando suas próprias áreas ajardinadas, como os passeios arborizados de Amsterdam, na Holanda, e Berlim, na Alemanha.

O progresso do Brasil está diretamente ligado à sua demora em adotar aspectos culturais modernos. Os brasileiros ingressam na era moderna mais tarde e dependem de influências externas ao país (BONAMETTI, 2006). Durante o período colonial, os jardins eram principalmente encontrados em propriedades religiosas ou nos quintais das residências. Além disso, havia alguns hortos e jardins botânicos dedicados à pesquisa e investigação da flora nativa (MACEDO; ROBBA, 2002).

Com o advento da Revolução Industrial e o rápido crescimento das cidades, a importância da arborização urbana foi reconhecida não apenas por atrativos visuais, mas também por seus benefícios ambientais e sociais (SCHUCH, 2006). Quanto aos ganhos proporcionados pelas árvores nos centros urbanos, Taha; Douglas e Haney,(1997), ressaltam a redução das temperaturas, o aumento do conforto térmico e a refrigeração do ar, bem como a diminuição da emissão de ozônio, da incidência solar e das partículas poluentes.

Segundo Nowak e Hoehn (2017), a arborização urbana é entendida como o conjunto de árvores e vegetação arbórea que compõem o ambiente urbano de uma cidade. Esta definição

inclui não apenas as árvores plantadas em parques, praças e ruas, mas também a vegetação arbórea presente em áreas particulares, quintais e espaços públicos.

Os desafios no Manejo da Arborização Urbana abrangem desde planejamento e gestão, questões técnicas e científicas até aspectos sociais, econômicos e ambientais. CARVALHO (2003) retrata as modificações nas paisagens naturais decorrentes da ação dos urbanizadores, que as moldam conforme suas necessidades de desenvolvimento urbano. Essas transformações, segundo ele, muitas vezes ocorrem sem planejamento adequado, resultando na expansão desordenada das cidades, o que vêm levando a redução de áreas verdes e à degradação de corpos hídricos, dentre outras problemáticas.

Nas áreas urbanas, o espaço para o crescimento das árvores é, em sua maioria, restrito devido à falta de planejamento de infraestrutura, o que dificulta o desenvolvimento saudável das árvores e pode levar a conflitos com outras estruturas. Pereira (1998) destaca a importância de um planejamento meticoloso de projetos de vegetação em áreas urbanas, destacando a análise de todas as interações com as estruturas construídas e suas diversas finalidades.

No Brasil, é raro a arborização urbana passar por um planejamento prévio, visto a ausência de políticas públicas voltadas ao setor, bem como a falta de conscientização da população quanto à importância desse recurso (SANTOS, 2001; SCHALLENBERGER, 2010). Gonçalves et al. (2018) reafirmam Santos et al. (2015), quando mencionam que "Este panorama distingue o padrão observado, nos dias atuais, em muitos municípios brasileiros, que é o de uma arborização irregular, inadequada e descontínua".

2.2. Regulamentações

A legislação brasileira relacionada à arborização urbana abarca diversas normas e regulamentações nos diferentes níveis governamentais.

Pode-se citar o parágrafo 1º, inciso VII do artigo 225 da Constituição Federal que estabelece que é responsabilidade do Poder Público proteger a fauna e a flora, vedando práticas que coloquem em risco suas funções ecológicas, levem à extinção de espécies ou causem crueldade aos animais. Trata-se de um marco na legislação ambiental brasileira, pois reconhece que o respeito ao meio ambiente é fundamental para assegurar o direito à qualidade de vida, como apresenta em seu caput:

Art. 225. Todos têm 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 presentes e futuras gerações.

A Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, popularmente conhecida como Lei de Crimes Ambientais, estabelece as sanções penais e administrativas aplicáveis às condutas lesivas ao meio ambiente. Essa legislação define variados tipos de crimes ambientais, como desmatamento ilegal, poluição, pesca irregular, entre outros, e estabelece as penalidades correspondentes, incluindo multas, detenção e até mesmo a suspensão das atividades que causem danos ao meio ambiente. O objetivo principal da lei é promover a proteção e a preservação dos recursos naturais, garantindo a sustentabilidade ambiental.

Em nível estadual e municipal, são comuns leis, decretos e regulamentos específicos que tratam da arborização urbana, como os Planos Diretores de Arborização Urbana.

O Plano de Arborização Urbana é uma ferramenta complementar ao Plano Diretor, que faz parte da lei federal 10.257/2001 conhecida como Estatuto das Cidades, o mesmo deve estar em consonância com a Lei Orgânica do município (WOJCIKIEWICZ, 2012). Assim como existem leis municipais que regulamentam a poda, supressão e plantio de árvores em vias públicas e áreas urbanas.

Para este trabalho foi vastamente estudada a norma NBR 16246 Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas, como norteadora, em suas partes um: Poda e três: Análise de Risco, por melhor se ajustar as necessidades que impulsionaram a elaboração do protocolo de inspeção de árvores para análise de risco, uma vez que esta norma, elaborada pela

Sociedade Brasileira de Arborização Urbana – SBAU consolida a expertise e conhecimento de todas as regiões do país.

2.2.1. Norma Técnica (ABNT) - NBR 16246 - Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas.

A norma NBR 16246 - Florestas urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas é uma norma técnica brasileira, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é o Foro Nacional de Normalização. Fruto de um esforço em desenvolver padrões para a análise de risco, ela prevê a orientação do manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas nos mesmos níveis propostos pela ANSI A300 (ANSI, 2006). Ainda aborda aspectos relacionados à segurança na arboricultura, análise de risco e o manejo de árvores em obras. Dividida em quatro partes, a norma fornece orientações para a gestão adequada das árvores em ambientes urbanos.

2.2.2. NBR 16246 - Parte 1: Poda

A parte um da norma fornece orientações para a poda de árvores em áreas urbanas não destinadas a produção comercial, visando garantir a segurança, saúde e estética das árvores, bem como a preservação do ambiente urbano. O documento define os princípios gerais para a realização da poda, incluindo os tipos de poda permitidos, as técnicas apropriadas e os cuidados necessários para minimizar danos às árvores. Além disso, indica ferramentas e equipamentos apropriados, apresenta os objetivos de execução da poda, bem como recomendações sobre a inspeção da árvore. A norma também destaca a importância da qualificação dos profissionais responsáveis pela poda e da adoção de boas práticas de manejo.

2.2.3. NBR 16246 - Parte 3: Análise de Risco

A parte três da norma estabelece requisitos para a avaliação de risco de árvores em áreas urbanas. Ela associa a avaliação e mitigação dos riscos associados em espaços urbanos fixando instruções e procedimentos para a sua identificação, visando garantir a segurança de pessoas e propriedades. Esta norma define os critérios para classificação de risco, considerando diversos fatores como condição fitossanitária, condições do entorno, características da árvore e sua proximidade a estruturas ou áreas de circulação. Além disso, a norma estabelece as responsabilidades dos profissionais envolvidos na avaliação de risco, bem como os métodos e técnicas adequados para a realização dessa avaliação. A NBR 16246-3 é uma referência sólida para orientar o manejo adequado da arborização urbana e pode ser utilizado para a criação de protocolos específicos de avaliação.

2.2.3.1. Níveis de Inspeção

Uma grande colaboração para o profissional é o estabelecimento de níveis de inspeção para avaliação de risco de queda, que representam diferentes incertezas.

O Nível um da avaliação de risco envolve uma inspeção visual limitada e generalista, cujo objetivo é principalmente identificar os problemas acentuados para um conjunto grande de árvores, a partir de um mesmo ângulo de visão (EMERICK, 2021). A avaliação pode ser realizada a partir do solo, por veículo ou patrulha aérea para identificar problemas óbvios, como danos, doenças, pragas ou condições de risco evidentes. O método de avaliação e os critérios de tomada de decisão devem ser especificados. A seguir na Figura 1, alguns exemplos de metodologias com a utilização de nível um de inspeção:



Figura 1 - Exemplos de Nível 1 de Inspeção: a) Utilização de drones para a visualização de árvores em risco; b) Em casos de instabilidade do terreno, como deslizamentos ou movimentações de solo, avalia-se árvores respeitando uma distância segura do incidente; c) Utilização de helicóptero para realização de inspeção de nível 1. Fontes: Imagens coletadas da internet dos sites: a) Eurocockpit, 2020; b) Ecoregional, 2020 e c) Agoramt, 2013.

O Nível de Inspeção dois inclui inspeção visual externa de 360° da árvore e são utilizadas ferramentas manuais, como martelo de borracha para detecção de cavidades no fuste e o uso de binóculos para examinar defeitos estruturais nas áreas mais altas da árvore.

A avaliação de risco no Nível de Inspeção três é o mais abrangente e detalhado. Incorpora a análise visual externa (nível dois) de todos os aspectos da árvore, incluindo o uso de tecnologias para perícia da gravidade e extensão dos defeitos em sua estrutura, saúde, condição fitossanitária e estabilidade.

Trata-se da categoria onde se enquadram as avaliações avançadas, incluindo, por exemplo, análises de deterioração interna do lenho, direção de ventos e carga estática (KOESE et al., 2013). Pode incluir o uso de equipamentos especializados de escalada, tomógrafos de resistência elétrica, GPR para análise de raízes e resistógrafos, por exemplo.

2.3. Análise de Risco em Árvores Urbanas

A análise de risco de árvores é uma prática indispensável no manejo adequado da arborização urbana. A análise envolve identificar os atributos da árvore que aumentam sua vulnerabilidade estrutural. Além do uso de tecnologias especializadas, isso requer inspeção visual para detectar sinais de declínio, como copa rarefeita e descoloração das folhas, além de observar as condições do fuste, como inclinação e evidências de deterioração (SACRAMENTO, 2013).

De acordo com Pereira et al. (2007), a literatura especializada aborda diferentes métodos e abordagens para análise do lenho das árvores, que Nicolotti et al. (2003) sugerem ser mais apropriadamente denominadas "quase não destrutivas". Em muitos casos, sondas, eletrodos e transdutores são inseridos na árvore, permitindo obter informações de pequenas porções da madeira. Por isso, frequentemente é necessário realizar medições em diferentes pontos do lenho para compreender a seção em estudo (ROLLO, 2013). Cada método possui vantagens e limitações, e a escolha do método adequado depende da situação específica e da disponibilidade de recursos.

A classificação do risco é outro fator que ajuda a priorizar ações de manejo, direcionando recursos para atender ações corretivas. O potencial de falha de uma árvore está estreitamente relacionado ao alvo que poderá ser atingido. Áreas de grande movimento, como vias públicas ou locais privados com alta circulação, apresentam um elevado risco potencial, com a maior preocupação sempre voltada para a segurança das vidas humanas (SAMPAIO et al., 2010).

Mediante a análise das condições gerais de cada árvore e dos riscos para os alvos, determina-se um índice para hierarquizar os riscos de queda, pois, durante o manejo das árvores em vias públicas e privadas, é crucial contar com essa base para orientar remoções e ações corretivas (SAMPAIO et al., 2010). São diferentes medidas como poda seletiva, remoção de partes comprometidas, reforço estrutural, transplante, ou até mesmo a remoção completa da árvore em casos de risco elevado e irreparável.

A gestão de risco de queda de árvores permite indicar quais intervenções são necessárias para se prevenir e/ou mitigar danos e riscos à integridade das pessoas e do patrimônio, cabendo ao gestor identificar, analisar, avaliar e controlar o risco de queda de

árvore a um nível aceitável (DA SILVA, 2021). Neste sentido, é importante programar medidas de manutenção integradas regulares, além de seguir planejamentos adequados para o plantio de novas árvores.

Devido à escassez de recursos e políticas públicas para avaliações de risco no país, uma tendência, inclusive, que pode ser encontrada em toda a América do Sul, onde existe grande carência de estudos acerca de metodologias adequadas para determinação das condições de risco de árvores urbanas (CASTRO et al., 2019). Faz-se necessário a criteriosa análise de métodos para contribuir com uma seleção mais viável em contextos locais, enquanto se aguarda a adaptação ou desenvolvimento de um método para análise visual de risco de queda de árvores urbanas específico para o país (DE LA BARRA et al., 2018).

Ferreira (2017) acredita que existem significativas restrições para fazer inferências sobre o risco de queda de árvores em escala global, especialmente devido à seleção dos parâmetros avaliados, que muitas vezes não abordam aspectos relacionados a estruturas mais complexas, como as raízes, que desempenham um papel fundamental em interações mais amplas.

As técnicas primárias de avaliação visual de riscos empregadas nos Estados Unidos, como ilustrado por Koeser et al. (2016), geralmente adotam uma abordagem qualitativa. Mesmo os métodos que buscam ser mais quantitativos, conforme apontado por Ellison (2005) enfrentam desafios significativos, especialmente no que diz respeito à avaliação da probabilidade de falha, como discutido em trabalhos posteriores (ELLISON, 2007, KOESER et al., 2015; KOESER, SMILEY, 2017).

Os apontamentos de Bobrowski (2010), sobre protocolos de avaliação de risco em árvores são de serem guias essenciais de procedimentos para avaliar a condição e os potenciais riscos associados a árvores em diferentes ambientes. Eles abrangem partes da árvore (cota, tronco e raízes), considerando tanto aspectos estruturais quanto fitossanitários. Além da avaliação da árvore em si, esses documentos também levam em consideração o ambiente ao redor, incluindo condições do solo, da estrutura urbana, fluxo de pessoas e veículos, bem como aspectos histórico-paisagísticos, como legislação municipal de proteção de árvores. Dessa maneira, fornecem base para a tomada de decisões, embora muitos deles envolvam certo grau de subjetividade, baseado na experiência do avaliador (BOBROWSKI, 2010).

Bobrowsky (2010) cita alguns exemplos de protocolos adotados internacionalmente, incluindo os propostos por Matheck e Breloer (1994), Matheny e Clark (1994), Lonsdale (1999) e Albers, Pokorny e Johnson (2003). No Brasil, há algumas poucas iniciativas de criação e aplicação de protocolos, dentre os trabalhos existentes, destacam-se os de Gonçalves, Stringheta e Coelho (2007), Brazolin (2009), Sampaio et al. (2010) e Schallenberger et al. (2010).

A dependência de parâmetros subjetivos na classificação de risco torna o treinamento indispensável para evitar equívocos, visto que os resultados da avaliação podem variar significativamente de avaliador para avaliador (NORRIS, 2007). O que dificulta a criação de padrões internacionais e mesmo nacionais, em países com grande diversidade botânica, como é o caso do Brasil (EMERICK, 2021).

2.4. Conhecimentos aplicados em Avaliações de Risco de Árvores

2.4.1. Botânica

O conhecimento de botânica é fundamental para a avaliação de risco de árvores, ela abrange áreas específicas, incluindo Sistemática - nomenclatura, identificação e classificação das plantas, Fisiologia - estudo das funções vitais, Organografia - anatomia externa, Anatomia - estrutura interna, Palinologia - estudo do pólen, Fitogeografia - distribuição das espécies, Paleobotânica - estudo de fósseis vegetais, Genética - pesquisa de DNA, Ecologia Vegetal - interação entre plantas, outros organismos e ambiente, Botânica Agrícola - práticas de cultivo e plantação, entre outras (MARTINS-DA-SILVA, 2014).

Os pesquisadores Silva, Alquini e Cavallet (2005b) observaram que a diversidade e a complexidade dos seres vivos e dos ambientes em que vivem tornam inviável a padronização do comportamento vegetal. Portanto, não é possível importar modelos de comportamento ou generalizar eventos e fenômenos.

Para a identificação de espécies são utilizadas diversas metodologias: comparativo em herbários, identificação por um especialista de determinado grupo ou táxon, pesquisa em material especializado e por meio de chaves dendrológicas (PLAZAS; PAULA, 2016, s/n).

Na identificação botânica de espécies arbóreas costuma-se utilizar métodos nos quais a classificação das plantas é feita a partir de características vegetativas (ALENCAR, 1998). Pagliari (2013) em seu trabalho durante um processo de identificação sistematizou informações através de características morfológicas e genéticas disponíveis na literatura sobre os benefícios e possíveis danos causados pelas espécies, levando em conta sua localização em relação às edificações e às redes elétricas, bem como quaisquer rachaduras em calçadas e muros. Logo, a identificação botânica com baixa margem de erro deve considerar o maior número de características de fuste, folhas e sempre que possível flores e frutos em conjunto (PROCÓPIO, 2008).

Menezes (2022, p. 17) menciona a afirmativa de Lima et al. (2015, p. 179) sobre o desconhecimento da nomenclatura botânica de uma espécie poder ocasionar perdas irreparáveis, tanto econômicas quanto ecológicas, por cada espécie possuir características morfológicas e fisiológicas peculiares, diferenciando nas propriedades físico-mecânicas.

Como Procópio (2008) concluiu em seu estudo, ao promover a formação do identificador botânico, a identificação de plantas deixará de ser considerada um obstáculo na elaboração de inventários, tornando-se uma solução para preservar a diversidade e a sustentabilidade dos recursos florestais.

2.4.2. Fitossanidade

A fitossanidade das árvores nas cidades é um campo de estudo que visa identificar, prevenir e controlar doenças e pragas que possam prejudicar a saúde das árvores urbanas (GARCIA, 2023). A falta de cuidados adequados e de monitoramento pode levar a infestações e doenças generalizadas, o que pode resultar na morte das árvores e na perda de seus benefícios ambientais e cênicos (NOWAK et al., 2013).

Conforme mostra o Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro - PDAU Rio, publicado em 2015, em sua página 157, o estado fitossanitário de cinco espécies mais frequentes na arborização urbana levantadas na pesquisa apresentavam níveis entre deficiente e ótimo. O cancro e insetos foram os problemas fitossanitários mais comuns, enquanto outros sintomas, como plantas parasitas e fungos, foram registrados em menor proporção. A análise comparativa das médias de estado fitossanitário das espécies mostrou que as árvores localizadas em praças ou canteiros geralmente apresentavam melhor sanidade do que aquelas ao longo dos passeios

Os fungos são considerados críticos quando colonizam árvores devido a várias razões como o seu potencial de destruição, pela dificuldade na detecção, por sua persistência e impactos causados nas árvores.

Os pesquisadores Rayner e Boddy (1988), afirmam e Bazolin (2009) confirmam que os fungos colonizam o lenho das árvores em diversos microambientes, cujas características podem favorecer ou inibir seu estabelecimento. Esses padrões de colonização são altamente variados e desafiadores de classificar em categorias distintas. No entanto, Rayner (1986 apud RAYNER; BODDY, 1988) propôs cinco estratégias para a colonização de fungos de podridão branca, parda e mole, levando em consideração a distribuição de água e sua relação com a aeração. As estratégias foram abordadas por BRAZOLIN (2009):

Apodrecimento do cerne (heart rot): É a principal causa de deterioração do lenho das árvores e pode resultar em problemas de instabilidade estrutural.

Oportunismo não especializado (sap rof): Envolve a colonização do alburno não suscetível, exposto por lesões ou pela morte da casca, resultando na descoloração do lenho e

eventual apodrecimento. O termo sap rot ou apodrecimento do alburno foi introduzido por Blanchette (2003).

Oportunismo especializado: Fungos se estabelecem em partes do tronco das árvores sujeitas a condições microambientais estressantes. Esses fungos têm a capacidade de se adaptar e/ou modificar esses microambientes (especialização), ganhando vantagem sobre outros organismos competidores na obtenção de recursos nutricionais (oportunismo). O apodrecimento causado por esses fungos ocorre principalmente em galhos e raízes mais afetados pelo estresse da planta; ascomicetos e basidiomicetos, como Hypoxylon spp. e Stereum spp., são exemplos reconhecidos dessa estratégia de colonização.

2.4.3. Biomecânica das Árvores

A contribuição de Niklas, (1992) para a biomecânica das árvores é embasada na premissa de que os organismos estão sujeitos às leis fundamentais da física e da química. Segundo explica, esses organismos evoluíram e se adaptaram às forças mecânicas de maneira consistente com as propriedades mecânicas de seus materiais. Ele apresenta um exemplo observado ao examinar como as propriedades materiais de diferentes estruturas vegetais influenciam seu comportamento mecânico. Revela como as plantas evoluíram e se adaptaram às forças mecânicas, muitas vezes superando materiais fabricados comuns em termos de desempenho (NIKLAS, 1992).

As árvores têm a capacidade de resistir a altas tensões sem quebrar, pois sua resistência mecânica é até 4,5 vezes maior do que as tensões de serviço. Este achado está alinhado com os fatores de segurança observados nos ossos de mamíferos, que variam entre três e quatro (Mattheck, Bethge e Schäfer, 1993).

Em seu artigo, Vargas (2019), integra duas disciplinas complementares, a botânica e a engenharia, a fim de elucidar os princípios mecânicos encontrados nas árvores, destacar as estratégias estruturais fundamentais das espécies arbóreas e propor potenciais avanços tecnológicos, inspirados em suas características estruturais e morfológicas. Estas estratégias são responsáveis por garantir que, em comparação com outras plantas, as árvores tenham uma vantagem competitiva anatômica, morfológica e estrutural para aproveitar a energia solar que garante o seu crescimento e reprodução.

Os autores Mattheck e Kluber (1995), organizaram os princípios da biomecânica de árvores em cinco teoremas. Brazolin (2009), em sua tese, descreve-os e explica a otimização das árvores frente a esforços solicitantes, sendo:

Axioma da Tensão uniforme: A anatomia característica de uma árvore é organizada para suportar e distribuir de maneira uniforme as cargas aplicadas, visando alcançar o equilíbrio estrutural;

Princípio da Mínima alavanca: A árvore ajusta sua arquitetura para diminuir o comprimento da alavanca (galhos e troncos) nos pontos onde os esforços são aplicados, seja por meio de ajustes ativos (encurvamento rígido) ou passivos (dobramento flexível) nas estruturas dos galhos e tronco.

Paralelismo das fibras: A disposição das fibras, traqueídeos e anéis de crescimento da madeira de maneira paralela às forças tangenciais ou longitudinais têm como objetivo reduzir as tensões de cisalhamento.

Anéis de crescimento e distribuição de tensões: A resistência da madeira é influenciada pela distribuição das tensões durante a aplicação de esforços externos na árvore. Por isso, a direção e o padrão de crescimento dos anéis de crescimento são ajustados e otimizados de acordo com o tipo e intensidade do esforço aplicado.

Tensão de crescimento: As áreas do lenho que apresentam menor resistência mecânica são compensadas pela distribuição uniforme das tensões de crescimento da árvore. Isso é feito para reduzir as tensões que podem causar rompimento da árvore.

Bobrowski (2010) aborda quatro mecanismos de fratura que podem afetar as árvores, são eles:

Fratura por flexão: ocorre quando os galhos estão submetidos a esforços em que a

ligação com o tronco é fraca, em troncos íntegros ou com cavidades e apodrecimento causado por fungos;

Fratura por cisalhamento: acontece de forma longitudinal devido a tensões no tronco ou no colo da árvore, podendo ser interna (por esforços de flexão) ou ocorrer em cavidades formadas pela queda e/ou apodrecimento de galhos;

Fratura por torção: é comum em árvores com crescimento helicoidal, que pode ser determinado geneticamente ou desenvolvido por esforços na copa, aplicados em uma única direção;

Fratura por forças transversais: ocorre em troncos e galhos muito inclinados ou com crescimento curvo, resultando em delaminação, ou seja, separação das fibras no sentido longitudinal do elemento; árvores com casca inclusa também são propensas a esse tipo de fratura.

As árvores, ao se adaptarem às tensões internas para evitar rupturas, desenvolvem formas e estruturas aprimoradas (JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009). Essa adaptação é evidenciada pelo crescimento irregular dos anéis de crescimento e pelo espessamento das raízes próximas à base do tronco, possivelmente causados pela ação do vento sobre a copa, tronco e raízes (JAMES, 2003). As cargas que atuam nas árvores e o estresse gerado resultam da combinação de vários esforços, como tração, compressão, cisalhamento, momentos de flexão e torção (JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009).

Essas árvores enfrentam dois tipos de forças: as estáticas, constantes e sem muito movimento devido ao próprio peso da árvore, e as dinâmicas, periódicas e causadoras de movimentos como o balanço (JAMES, 2003). O vento é a principal fonte de força dinâmica, impactando mais as árvores solitárias do que aquelas em ambientes densamente arborizados. Para mitigar os efeitos do vento, as árvores utilizam um complexo mecanismo de amortecimento envolvendo folhas, galhos e tronco (JAMES, 2003).

Em síntese, o estudo da biomecânica das árvores proporciona entendimentos valiosos sobre sua adaptação às forças mecânicas do ambiente. Ao integrar conhecimentos de botânica e engenharia, podemos compreender melhor suas estratégias estruturais e explorar seu potencial para inspirar avanços tecnológicos. No entanto, as árvores não estão isentas de fraturas, o que destaca a importância contínua do estudo da biomecânica vegetal.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi idealizado na cidade do Rio de Janeiro, em resposta a uma demanda profissional no campo de avaliações de risco de árvores em espaços públicos e privados por parte de empresa prestadora de serviços de poda e manutenção de áreas verdes.

A metodologia teve início com o levantamento bibliográfico nos bancos de dados de pesquisas acadêmicas: Scielo, Periódicos Capes, Google Acadêmico e no Repositório Institucional de Múltiplos Acervos da UFRRJ, sobre protocolos de inspeção de árvores urbanas, seguido da organização dos dados obtidos; Em seguida, foi conduzida a categorização dos atributos quanto à sua relação com queda de galhos ou da árvore, escolhidos a compor o protocolo, aderentes às diretrizes da NBR16246 Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas (Partes 1 e 3) e adaptados às necessidades específicas.

Na elaboração do Protocolo de Inspeção, com base nos conceitos de biomecânica, conhecimento de botânica, fitossanidade e de práticas de manejo, os defeitos naturais ou devidos à ação antrópica e os processos de compensação ou reforço das árvores (crescimento adaptado) foram categorizados quanto ao estado de alerta (Quadro 01).

Quadro 01 – Categorização do estado de criticidade dos itens avaliados.

ESTADO DE CRITICIDADE

Insignificante
Baixo
Médio
Alto

Os processos de compensação ou reforço das árvores (crescimento adaptado) aparentes, como raízes tabulares e espessamentos de troncos foram indicados em azul no protocolo.

Quadro 02 - Identificação de adaptações de crescimento na avaliação.

Crescimento Adaptado

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

É importante destacar que o Protocolo de Inspeção da Arborização Urbana – PIAR não foi posto em prática e testado. A implementação e a validação ocorrerão diante finalização do manual de instruções para aplicação integrada. Essa etapa é essencial para evitar divergências de interpretação entre os itens e metodologia aplicados pelos avaliadores, conferindo maior consistência e a precisão das avaliações realizadas com base no PIAR.

O Quadro 03, a seguir, apresenta o Protocolo de Inspeção de Árvores de Risco (PIAR), com as indicações dos atributos e respectivos estados de criticidades.

PROTOCOLO DE INSPEÇÃO DE ÁRVORES DE RISCO - PIAR

NORTEADORES

NÚMERO DO PROTOCOLO:	DATA:/..../....	LOCAL:
HORÁRIO INÍCIO:	HORÁRIO FIM:	AVALIADOR:
() PRIMEIRO ATENDIMENTO	() ATENDIMENTO PROGRAMADO	() ATENDIMENTO EMERGENCIAL

SOLICITANTE

EMPRESA:	E-MAIL CORPORATIVO:	REPRESENTANTE DA EMPRESA:
SETOR:	TELEFONE DE CONTATO:	

SOLICITAÇÃO

() VISTORIA TÉCNICA	() PODA	() SUPRESSÃO
() OUTROS		

LOCALIZAÇÃO DA ÁRVORE

ENDEREÇO:	() ÁREA PLANA	() ÁREA INCLINADA	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL:	() CALÇADA	() PARQUE	() JARDIM
COORD. X (LAT): / COORD. Y (LONG):	() SOLO ESTÁVEL	() SOLO INSTÁVEL		() CANTEIRO	() CANTEIRO CENTRAL	() OUTROS

DADOS GERAIS

ESPÉCIE:	FENOLOGIA: () FOLHA () FLOR () FRUTO () SEMENTE	COLETA DE EXCICATA: () SIM () NÃO
ORIGEM: () NATIVA () PATRIMÔNIO AMBIENTAL	VIGOR: () SADIA () PRAGA	NÚMERO EXCICATA:
() EXÓTICA, () INVASORA	() DOENÇA () MORTA	

DENDROMETRIA

ALTURA: metros	CAP: centímetros / DAP: centímetros	ALTURA DA COPA: metros
ALTURA 1º BIFURCAÇÃO: metros	INCLINAÇÃO DO FUSTE: () ~5°-20°	LARGURA DA COPA: metros
EXCENTRICIDADE: metros	() 20°-40°	() ~40°-60°

ANÁLISE EXTERNA NÍVEL 2 (NORMA NBR 16246-3)

RAIZ	BASE/FUSTE	COPA
() MOVIMENTAÇÃO / RACHADURAS DE SOLO POR PIVOTAMENTO	() CAVIDADE - ____ % DE ÁREA. () RISCO DE Ruptura (REGRa DO 1/3)	() GALHOS PEQUENOS SECOS OU PODRES
() 40% ÁREA DAS RAÍZES COMPROMETIDAS	() RACHADURA TRANSVERSAL	() GALHOS CODOMINANTES () RACHADURA () ABERTURA ANORMAL () APODRECIAMENTO
() PODA DE RAIZ DE SUSTENTAÇÃO	() RACHADURAS LONGITUDINAL	() CASCA INCLUSA () RACHADURA () ABERTURA ANORMAL () APODRECIAMENTO
() FERIDA DETERIORAÇÃO (RAIZ CRÍTICA PARA SUSTENTAÇÃO)	() FERIDA () EXTENSA E INTENSA DETERIORAÇÃO	() BIFURCAÇÃO BAIXA () RACHADURA () ABERTURA ANORMAL () APODRECIAMENTO () CENTRO DE GRAVIDADE DESLOCADO () FORMATO EM "V" (ÂNGULO AGUDO) () ÂNGULO > 25°
() RAÍZES DOBRADAS	() COLO SOTERRADO	() GALHO COM FERIDA () EXTENSA E INTENSA DETERIORAÇÃO
() VEGETAÇÃO INTERFERENTE	() CASCA SOLTA	() PROPORÇÃO ALTURA DO TRONCO/ALTURA DA ÁRVORE DESFAVORÁVEL
() CRESCIM. ADAPTADO-TABULAR OU ESPESSAMENTO	() CRESCIM. ADAPTADO - ESPESSAMENTO DE COLO OU COSTELAS NO FUSTE	() GALHOS ARQUEADOS (RELAÇÃO COMPRIMENTO E PESO DESFAVORÁVEL)
		() COPA EM DESEQUILÍBrio OU CENTRO DE GRAVIDADE DESLOCADO
		() PODAS DRÁSTICAS, EM V, LATERAL OUTRAS
		() BROTAÇÕES EPICÓRMICAS
		() CRESCIM. ADAPTADO (ESPESSAMENTO DE GALHOS OU NA 1º RAMIFICAÇÃO)

LIMITAÇÕES DE INSPEÇÃO:

FOTOS:

FITOSSANIDADE

AGENTE CAUSADOR	CLASSIFICAÇÃO	RAIZ	FUSTE	COPA
FUNGOS APODRECEDORES	SUPERFICIAL	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
CUPINS	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
BROCAS-DE-MADEIRA	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
PLANTAS PARASITAS E HEMIPARASITAS	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
DOENÇAS: _____	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
OUTRAS PRAGAS: _____	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()
OUTROS ORGANISMOS: _____	LEVE	()	()	()
	INTENSO	()	()	()

FOTOS:

CONFLITOS

() ÁREA PERMEÁVEL INADEQUADA	() OBSTRUÇÃO DE SINALIZAÇÃO	() COPAS EM CONTATO
() GOLA CIMENTADA	() OBSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES	() CONTATO REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO PRIMÁRIA
() ELEVAÇÃO DE CALÇADA	() FUSTE ESCORADO OU INCLINADO	() CONTATO REDE ELÉTRICA DE DISTRIBUIÇÃO SECUNDÁRIA
() INSTALAÇÕES SUBTERRÂNEAS:	() EQUIPAMENTOS URBANOS (EX. BANCOS, BANCAS, MESAS)	() OUTROS

HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO:

FOTOS:

RISCOS

() INCIDÊNCIA DIRETA DE VENTOS CRÍTICOS (EX: VELC. MÉDIA > DE 40KM/H OU RAJADAS DE 80KM/H)	ALVO:	FREQUÊNCIA DE USO:		
() RISCO DE QUEDA PARCIAL	() PESSOAS	() ESPORÁDICO	() FREQUENTE	() CONSTANTE
() RISCO DE QUEDA TOTAL	() EDIFICAÇÕES	() ESPORÁDICO	() FREQUENTE	() CONSTANTE
() FALHA IMINENTE	() MOBILIDADE	() ESPORÁDICO	() FREQUENTE	() CONSTANTE
() FALHA NÃO IMINENTE	() MOBILIÁRIO URBANO	() ESPORÁDICO	() FREQUENTE	() CONSTANTE

PARECER TÉCNICO

MANEJO ARBÓREO

() SEM RECOMENDAÇÃO

SUPORTE/ENTORNO	ÁRVORE	PODA: RAIZ E GALHOS
() IRRIGAÇÃO	NÍVEL DE INSPEÇÃO 3 - NBR 16246-3	
() ADUBAÇÃO	() ANÁLISE INTERNA	() PENETROGRAFIA
() RESTRIÇÃO DE OCUPAÇÃO / CIRCULAÇÃO DE PESSOAS		() TOMOGRAFIA
() CAPINA		() GPR () OUTRO: _____
() CONDUÇÃO DE FUSTE PRINCIPAL	() ANÁLISE DA COPA - TRABALHO EM ALTURA	() PODA EMERGENCIAL
() INSTALAÇÃO / REPOSIÇÃO DE TUTOR	() TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO	() PODA PARA VISTAS
ADEQUAÇÃO:	() CANTEIRO	() REMOÇÃO DA ÁRVORE
	() GOLA	() REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO INTERFERENTE
() OUTROS:	() TRANSPLANTE () AVALIAÇÃO DE ESPECIALISTA: _____	() REMOÇÃO DE BROTAÇÕES LATERAIS / EPICÓRMICAS () REMOÇÃO DE TOCO / CABIDE
FOTOS COM SINALIZAÇÃO DO MANEJO A SER REALIZADO:		
OBSERVAÇÕES		
NOVA INSPEÇÃO:/...../..... JUSTIFICATIVA		

A árvore deve ser considerada pelo arborista como uma estrutura complexa, cujos cálculos e tomada de decisão sobre risco podem ser de grande complexidade. Enfim, há a máxima de que as incertezas numa análise são muito grandes e, quanto menos dados quantitativos ou informações tivermos, mais difícil a decisão.



Figura 2 - Exemplos de Nível 2 de Inspeção: a) Utilização de ferramentas como trenas, em uma análise de 360° da árvore; b) Utilização de binóculo para completar a avaliação de risco; c) Utilização de martelo de borracha para identificação de cavidades no fuste da árvore. Fonte: Ochoski, 2024.



Figura 3 - Exemplos de Inspeção Nível 3: a) Escalada arbórea para detecção de defeitos na copa; b) Utilização de tomógrafo de resistência e ; c) Demonstração da utilização do resistógrafo para avaliações de resistência do lenho. Fonte: Ochoski, 2024.

O PIAR propõe, em um primeiro momento, a análise de risco no Nível de Inspeção dois da norma brasileira, mas a decisão de manejo é condicionada a:

1. Seguir as premissas da norma brasileira NBR16246 (partes 1 e 3) e utilizando como alicerce protocolos como os propostos pela International Society of Arboriculture: Tree Risk Assessment Qualification - TRAQ, (ISA, 2013); a tese Biodeterioração, Anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP, (BRAZOLIN, 2009); Pela Fundação Parques e Jardins: Protocolo de Risco de Queda de Árvores, (FPJ, 2018); A Avaliação visual de árvores de risco (SEITZ, 2005); A Análise de árvores urbanas para fins de supressão (GONÇALVES, STRINGHETA e COELHO, 2007); E o trabalho Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná (SAMPAIO, 2010);
2. Árvore não apresentar defeito aparente – partes com crescimento, fisiologia e

fenologia esperados; Conceito classificado como “bom” segundo o Plano Diretor de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro, 2015 é uma árvore vigorosa e sadia, sem aparentes ataques de pragas e sem ou pequena necessidade de manutenção;

3. Existência de evidência objetiva de risco, ou seja, um defeito ou estado reconhecidamente crítico associado à fratura ou tombamento da árvore, como por exemplo a movimentação do solo no soerguimento do sistema radicular ou a presença de uma significativa rachadura transversal no tronco. (BRAZOLIN, 2009; LIMA, 1993);
4. Experiência do arborista. (WAGENER, 1993; BOBROWSKI, 2010; BRAZOLIN, 2009; EMERICK, 2021; PALERMO, 2022);
5. Dados históricos da espécie. (BRAZOLIN, 2009; BOBROWSKI, 2010; ; RESENDE, 2011; MANUAL TÉCNICO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DE SÃO PAULO, 2015, 2015; PALERMO, 2022);
6. Valor patrimonial. (ALMEIDA, 2006; BORTOLETO, SILVA FILHO, LIMA, 2006);
7. Valor afetivo. (GONÇALVES, STRINGHETA e COELHO, 2007; COSTA, 2023);
8. Observação de crescimento adaptado, que é um diferencial para a valiação de risco e ajuda a entender as diferentes estratégias de resiliencia das árvores. Elas evitam a ruptura dos componentes tronco e sistema radicular, criando tensões internas e otimizam sua forma, tamanho e estrutura, compensando os esforços de tração, compressão, cisalhamento, flexão e torção a que são expostas (NIKLAS, 1992; MATHECK; BRELOER, 1997; JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009);
9. Minuciosa análise dos alvos, crucial na avaliação. Os alvos existem, são muito diferentes e constantes, portanto propiciam maior probabilidade de atingimento e danos. (BOBROWSKI, 2010). O risco de queda das árvores é influenciado pela espécie, tamanho, tipo e localização do defeito, bem como pela natureza do alvo. Isso implica em três componentes e suas interações: (i) a árvore, com potencial estrutural para falhas, (ii) o ambiente, que pode contribuir para a ocorrência da falha e (iii) pessoas ou objetos que podem ser afetados.(MATHENY e CLARK, 1994; apud HARRIS; CLARK; MATHENY, 2004; BRAZOLIN, 2009).
10. Estudos dos ventos atuantes, como os ventos predominantes e aqueles de direções opostas são fatores importantes a considerar (BOBROWSKI, 2010). Sendo o vento o fator mais importante sobre a estabilidade das árvores (JAMES, 2003; BRAZOLIN, 2009, PALERMO, 2022; PDAU, 2015). Deve haver cuidado nas interpretações de resultados, já que as cargas geradas pelo vento podem introduzir tensões de flexão nesse sentido (MATTHECK, BRELOER, 1997). A velocidade do vento é um fator correlacionado a principal causa de queda de árvores em diversos trabalhos, o que chama a atenção para o fato de não haver tantos dados disponíveis para auxiliar as análises.
11. Atenção para identificação de fungos apodrecedores (GARCIA, 2023; RAYNER; BODDY, 1988).

Neste contexto, ao apontar o Estado de Criticidade do PIAR para as diferentes partes da árvore pode auxiliar na contextualização para a tomada de decisão com menos incertezas. O PIAR ainda propõe avançar as análises para o Nível de Inspeção três, quando é necessário

fazer o uso de novas tecnologias para se quantificar processos de deterioração, resistência mecânica ou de crescimento do exemplar ou parte dele, além do trabalho em altura para inspeção de galhos.

5. CONCLUSÕES

A utilização de cores para indicar a criticidade de atributos nas árvores que podem levar à falha total ou parcial atua como uma ferramenta visual, facilitando a tomada de decisão e a priorização de intervenções. De mesma maneira, a categorização dos riscos e alvos atende ao objetivo central do estudo e contribui para uma avaliação mais precisa, possibilitando uma gestão proativa e preventiva da arborização urbana.

Além disso, os campos pintados em azul na análise morfológica, referentes ao crescimento adaptado de estruturas, introduzem conceitos de biomecânica, fornecendo indicativos da resiliência das árvores diante de adversidades, permitindo uma análise mais abrangente da resposta dos vegetais às interpéries.

Em adição, destaca-se o diferencial do protocolo em sugerir análises de nível três em casos específicos, garantindo uma investigação mais aprofundada e detalhada para eliminar quaisquer dúvidas sobre o diagnóstico. Essa abordagem reforça a precisão e confiabilidade das avaliações, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisão e o planejamento estratégico em relação à indicação do manejo arbóreo. A recomendação de análises mais aprofundadas visa minimizar incertezas, garantindo um diagnóstico mais preciso e seguro.

A utilização da NBR 16246 é uma maneira de apresentar a linguagem técnica em conformidade com os padrões nacionais, contribuindo para a consolidação de termos e uniformidade no desenvolvimento do manual de instruções.

Sua integração como subsídio na criação de um aplicativo pode renovar as práticas de avaliação, potencializando suas capacidades, acelerando a produção de relatórios e laudos técnicos.

Em síntese, o Protocolo de Inspeção da Arborização Urbana – PIAR, desenvolvido neste trabalho emerge como uma ferramenta que angaria destaque por sua capacidade de reduzir a subjetividade nas avaliações de árvores de risco e pretende elevar o padrão de manutenção e preservação do patrimônio arbóreo das cidades.

6. RECOMENDAÇÕES

Para assegurar a eficácia e a precisão do Protocolo de Inspeção da Arborização Urbana – PIAR recomenda-se que ele seja testado por indivíduos com diferentes níveis de conhecimento e experiência na área. Isso inclui profissionais experientes, técnicos iniciantes e estudantes em formação. A aplicação do protocolo por uma gama diversificada de avaliadores permitirá identificar possíveis ambiguidades e pontos de melhoria no manual de instruções e no próprio protocolo. Além do que, esse processo ajudará a garantir que a linguagem e os procedimentos sejam compreendidos de forma consistente, considerando os níveis de expertise dos avaliadores. Dessa forma, será possível validar a robustez e a aplicabilidade do PIAR, assegurando que todos os avaliadores, independentemente de sua experiência, possam utilizar a ferramenta de maneira eficaz e uniforme.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16246-1**: Florestas urbanas — Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas Parte 1: Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16246-3**: Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: avaliação de risco de árvores. Rio de Janeiro, 2019.

ALENCAR, J.C. **Identificação botânica de árvores de Floresta Tropical Úmida da Amazônia por meio de computador**. Acta Amazonica, v. 28, p. 3-3, 1998.

American National Standards for Tree Care Operations, ANSI —Tree, Shrub, and Other Woody Plant Maintenance—Standard Practices (Integrated Vegetation Management. A. Electric Utility Rights-of-Way). **ANSI A300** (Part 7). American National Standards Institute Inc., 2006.

ATAÍDE, G.M. et al. **Interação árvores e ventos: aspectos ecofisiológicos e silviculturais**. Ciênc. Florestal, v.25, n.2, p.523- 535, 2015.

BARGOS, D.C.; MATIAS, L. F. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Rev Soc. Bras. Arbor. Urb., v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BOBROWSKI, R. A avaliação de árvores e ações de manejo de risco. Anais do II Seminário de Atualização Florestal & XV Semana de Estudos Florestais, Irati-PR, Brasil. Universidade Estadual do Centro-Oeste. <https://anais.unicentro.br/sef/iisef/pdf/palestras/Bobrowski.pdf>, 2010.

BONAMETTI, J. H. **A arquitetura eclética e a modernização da paisagem urbana brasileira**. Revista científica/FAP, v. 1, n. 1, 2006.

BONAMETTI, J. H. **Arborização urbana**. Revista Terra & Cultura: cadernos de ensino e pesquisa, v. 19, n. 36, p. 51-55, 2020.

BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F.; LIMA, AMLP. **Prioridades de manejo para a arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP, por setores**. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 62-73, 2006.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016, 496 p.

BRASIL. 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, e dá outras providências. Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 10 de março de 2024.

BRAZOLIN, S.; TOMAZELLO FILHO, M. **Biodeterioração, Anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP**. 2009.

CARVALHO, P. F.. **Repensando as áreas verdes urbanas.** Rio Claro: Unesp, Território e Cidadania, 2003.

CASTRO, D. C., ALESSO, C. A., IACONIS, A., CERINO, M. C., BUYATTI, M. Factors Influencing Street Tree Hazard Condition In Rafaela, Argentina. *Revista Árvore*, v. 43, n.4, 2019.

CNN Brasil. Cuidar das árvores das grandes cidades é questão de urgência, dizem especialistas. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cuidar-das-arvores-das-grandes-cidades-e-questao-de-urgencia-dizem-especialistas/>>. Acesso em 19 de abril de 2024.

DA SILVA, D. C.; DE MORAES, B. C. AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA DE ÁRVORES NO MUSEU PARQUE SERINGAL, NO MUNICÍPIO DE ANANINDEUA- PARÁ. I WEBINÁRIO PPGGRD-UFPA RISCOS E DESASTRES NATURAIS NA AMAZÔNIA 10 e 11 de novembro de 2021, p. 49.

DA SILVEIRA, J. A. R.; LIMA, L. E.; DE OLIVEIRA, J. X. A.. **Estratégias internacionais e tecnologias de gestão da arborização urbana.** *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 8, n. 60, p. 24-40, 2020.

DE LA BARRA, J. R., PONCE – DONOSO, M., VALLEJOS – BARRA, O., MOSQUERA, G. D., DUARTE, A. P. C. Comparación de Cuatro Métodos de Evaluación Visual del Riesgo de Árboles Urbanos. *Colomb. for.*, Bogotá , v. 21, n. 2, p. 161-173, 2018 .

ELLISON, M. J. **Quantified tree risk assessment used in the management of amenity trees.** *Journal of Arboriculture*, v. 31, n.2, p. 57-65, 2005.

ELLISON, M. **Moving the focus from tree defects to rational risk management—a paradigm shift for tree managers.** *Arboricultural Journal*, v. 30, n.2, p. 137-142, 2007.

EMERICK, T. G. **Risco de queda de árvores urbanas: a associação entre os parâmetros da análise visual, tomogramas e ocorrência de queda.** 2021.

FERREIRA, D. **Análise de risco de queda de árvores: a espécie *Tilia tomentosa* Moench no Parque Dr. Manuel Braga, Coimbra/Portugal.** Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal) - Universidade de Coimbra. Portugal, 2017.

FOLHA DE SÃO PAULO. Em São Paulo, risco de queda de árvores é influenciado por altura de prédios no entorno e idade do bairro. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2022/08/em-sao-paulo-risco-de-queda-de-arvores-e-influenciado-por-altura-de-predios-no-entorno-e-idade-do-bairro.shtml>. Acesso em 18 de março de 2024.

GARCIA, A. D.C. **Avaliação da arborização urbana no bairro São Jorge no município de Itacoatiara, Amazonas.** 2023.

GONÇALVES, L. M. et al. **Arborização urbana: a importância do seu planejamento para qualidade de vida nas cidades.** *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, v. 22, n. 2, p. 128-136, 2018.

GONÇALVES, W.; STRINGHETA, A. C. O.; COELHO, L. L. **Análise de árvores urbanas para fins de supressão.** *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 2, n. 4, p. 1-19, 2007.

G1. Quedas de árvores provocam mortes e acidentes; descuido governamental preocupa especialistas. Disponível em: <<https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2023/11/16/quedas-de-arvores-provocam-mortes-e-acidentes-descuido-governamental-preocupa-especialistas.ghtml>>. Acesso em 10 de abril de 2024.

G1. Rio tem temporal nesta semana. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2021/11/01/rio-temporal-semana.ghtml>>. Acesso em 18 de abril de 2024.

JAMES, K. **Dynamic loading of trees**. *Journal of Arboriculture*, Champaign, IL, v. 29, n. 03, p..165-171, 2003.

KOESER, A. K., HASING, G., MCLEAN, D., & NORTHROP, R. **Tree Risk Assessment Methods : A Comparison of Three Common Evaluation Forms** 1, 2013.

KOESER, A. K., KLEIN, R. W., HASING, G., NORTHROP, R. J. **Factors driving professional and public urban tree risk perception**. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 14, p. 968-974, 2015.

KOESER, A. K. & SMILEY, E. T.. **Impact of assessor on tree risk assessment ratings and prescribed mitigation measures**. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 24, p. 109-115, 2017.

LIMA, H.C. DE; LIMA, I.B. 2015 **Dipteryx in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil2015.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB29628>> Acesso em: 25 de Abril de 2024.

MACEDO, S. S.; ROBBA, F. **Praças brasileiras**. São Paulo: Edusp, 2002.

MARTINS, R. C. V. et al. **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. 2014.

MATTHECK, C., Bethge, K., & Schäfer, J. (1993). **Fatores de segurança em árvores**. *Jornal de Biologia Teórica* , 165 (2), 185-189. doi: 10.1006/jtbi.1993.

MATTHECK, C. **Wood—the internal optimization of trees**. *Arboricultural Journal*, v. 19, n. 2, p. 97-110, 1995.

MENEZES, G. B. **Guia de Identificação Dendrológica de Mudas para Arborização Urbana**. Montes Claros, 2022.

MEUNIER, I. M. J. SILVA, H. C. G. H. R. O, **Pernambuco: história, estado atual e potencialidades da cobertura vegetal de uma área verde urbana (quase) esquecida**. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 4, n. 2, p. 62-81, 2009.

NICOLOTTI, G.; SOCCO, L. V.; MARTINIS, R.; GODIO, A.; SAMBUELLI, L. **Application and comparison of three tomographic techniques for detection of decay in trees**. *Journal of Arboriculture*, Champaign, v. 29, n. 2, p. 66-78, 2003.

NIKLAS, K. J. **Biomecânica vegetal: uma abordagem de engenharia para forma e função vegetal** . Imprensa da Universidade de Chicago, 1992.

NORRIS, M. **Tree risk assessment - What works - What does not - Can we tell? A review of a**

range of existing tree risk assessment methods. Ponencia presentada en el ISAAC Conference Perth, 2007.

NOWAK, D. J.; HOEHN, R. E. **The Urban Forest: Cultivating Green Infrastructure for People and the Environment.** Springer ; 1^a edição. Edição de 2017.

NOWAK, D. J.; STEIN, S. M.; RANDLER, P. B.; GREENFIELD, E. J.; COMAS, S. J.; CARR, M. A.; ALIG, R. J. **Sustaining America's urban trees and forests: a Forests on the Edge report.** Newtown Square, PA: USDA Forest Service, Northern Research Station, 2013.

PAGLIARI, S. C.; DORIGON, E. B.. **Arborização urbana: importância das espécies adequadas.** Unoesc & Ciência, v. 4, n. 2, p. 139-148, 2013.

PALERMO, L. F. **Comparação de dois métodos de avaliação de danos internos no fuste de árvores urbanas.** 2022.

PEREIRA, R. I. A vegetação e o espaço urbano. In: Paisagismo: a visão ambiental da paisagem. Curso. Brasília, p. 103-131, 1998.

PEREIRA, L. C.; SILVA FILHO, D. F.; TOMAZELO FILHO, M.; COUTO, H. T. Z.; MOREIRA, J. M. M. Á. P.; POLIZEL, J. L. Tomografia de impulso para avaliação do interior do lenho de árvores. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, v. 2, n. 2, p. 65-75, 2007.

PERIOTTO, F. et al. **Análise da arborização urbana no município de Medianeira, Paraná.** Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 11, n. 2, p. 59-74, 2016.

PIRES, N. A. M. T. et al. **A arborização urbana do município de Goianira/GO—caracterização quali-quantitativa e propostas de manejo.** Revista da sociedade brasileira de arborização urbana, v. 5, n. 3, p. 185-205, 2010.

PLAZAS, I.V.C.; PAULA, A. **Chave dendrológica das principais famílias de importância florestal.** IV SEEFLOR-BA, Vitoria da Conquista – BA, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/24920850-Chave-dendrologica-das-principais-familias-de-importancia-florestal.html>> Acesso em: 24 de Abril de 2024.

PREFEITURA, DO RIO DE JANEIRO. Plano diretor de arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro. Prefeitura do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 416, 2015.

PROCÓPIO, L C.; SECCO, R. S. **A importância da identificação botânica nos inventários florestais: o exemplo do "tauari"(Couratari spp. e Cariniana spp.-Lecythidaceae) em duas áreas manejadas no estado do Pará.** Acta amazonica, v. 38, p. 31-44, 2008.

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

RAYNER, A. D. M. et al. **Decomposição fúngica da madeira. Sua biologia e ecologia .** John Wiley & Sons Ltd., 1988.

ROLLO, F. M. A. et al. **Comparação entre leituras de resistógrafo e imagens tomográficas na avaliação interna de troncos de árvores.** Cerne, v. 19, p. 331-337, 2013.

SACRAMENTO, F.A. C. B. **Tomografia das árvores do Jardim Botânico da Universidade**

de Coimbra: avaliação do estado de conservação. 2013. Dissertação de Mestrado.

SAMPAIO, F. C. A.; DUARTE, G. F; SILVA C. G. E; ANGELIS D. L. B.; BLUM, T. C. **Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná. Piracicaba.** Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. v.5, p.82-104, 2010.

SANTOS, C. Z. A. et al. **Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE.** Rev Ciênc. Florestal, v.25, n.3, p.751-763, 2015.

SANTOS, R. C. dos et al. **Análise quali-quantitativa da arborização urbana do centro da cidade de Sananduva-RS.** Rev Gestão Sustentabilidade Amb., v. 7, n. 2, p. 143-158, 2018.

SCHUCH, M. I. S. et al. **Arborização urbana: uma contribuição à qualidade de vida com uso de geotecnologias.** 2006.

SEGAWA, H. **Ao amor ao público: Jardins do Brasil.** São Paulo Studio Nobel, 1996.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. **O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de Botânica.** Educação, Santa Maria, v. 31, n. 1,p. 67-80, 2006.

SILVA, L. M. ; FARINA, B.; LOURENÇO, J. F. G. **O ensino de botânica no litoral do Paraná e as implicações da arborização urbana.** Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v. 7, n. 3, p. 97-103, 2012.

SOUZA, C. A. **Proposta de protocolo para avaliação de eucaliptais em ambientes urbanos para fins de manejo.** In: 9º Congresso Florestal Brasileiro. 2022. p. 42-46.

TAHA, H.; DOUGLAS S.; HANEY, J. **Mesoscale meteorological and air quality impacts of increased urban albedo and vegetation.** Energy and Buildings, USA, v. 25, 1997.

TERRA, C. G. **O jardim no Brasil no fim do século XIX: Glasius revisitado.** 2. Ed. Rio de Janeiro: EBA, 2000.

VARGAS-SILVA, G. **Biomecánica de los árboles: crecimiento, anatomía y morfología.** Madera y bosques, v. 25, n. 3, 2019.

WOJCIKIEWICZ, R. C. **Arborização Urbana. Biturana.** Ministério Público do Paraná. 2012. 52p.