

UFRRJ

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA

MONOGRAFIA

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO PARA MANEJO DE
ÁRVORES URBANAS**

LESLIE FLORES MOOG

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARBORIZAÇÃO URBANA**

**DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE AVALIAÇÃO PARA MANEJO DE
ÁRVORES URBANAS**

LESLIE FLORES MOOG

Sob a Orientação do Professor

Luiz Octavio de Lima Pedreira

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Arborização Urbana, para a obtenção do título de Especialista em Arborização Urbana.

Seropédica, RJ

Abril de 2024

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

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Fd Flores Moog, Leslie , 1981-
Desenvolvimento de método de avaliação para manejo
de árvores urbanas / Leslie Flores Moog. - São
Leopoldo/RS, 2024.
61 f.

Orientador: Luiz Octavio de Lima Pedreira.
Monografia (Especialização). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Pós-graduação Lato Sensu em
Arborização Urbana, 2024.

1. Arborização Urbana. 2. Árvores Urbanas. 3.
Método de Avaliação. 4. Análise de risco de queda. 5.
Manejo arbóreo. I. de Lima Pedreira, Luiz Octavio,
20/12/1958-, orient. II Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro. Pós-graduação Lato Sensu em Arborização
Urbana III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS



TERMO N° 259/2024 - DeptPF (12.28.01.00.00.00.30)

N° do Protocolo: 23083.019103/2024-51

Seropédica-RJ, 12 de abril 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 Monografia de LESLIE FLORES MOOG.

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 11/04/2024

Documento não acessível publicamente

(Assinado digitalmente em 12/04/2024 11:41)

LUIS MAURO SAMPAIO MAGALHAES

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DepoC.Amb (12.28.01.00.00.00.29)
Matrícula: 0007058

(Assinado digitalmente em 12/04/2024 11:57)

LUIZ OCTAVIO DE LIMA PEDREIRA

ASSINANTE EXTERNO
CPF: 000.000.000-00

(Assinado digitalmente em 12/04/2024 13:49)

SERGIO BRAZOLIN

ASSINANTE EXTERNO
CPF: 000.000.598-00

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 259, ano: 2024, tipo: TERMO, data de emissão: 12/04/2024 e o código de verificação: 59b974f39f

Pessoas que não sustentam árvores, em breve,
viverão em um mundo que não sustenta pessoas.

(Jeremy Bentham)

AGRADECIMENTOS

Agradeço as oportunidades que a vida me deu, que me levaram a este encanto pelo estudo da natureza e pela defesa da vida.

Agradeço ao meu pai, que foi um Biólogo sem formação e me ensinou o respeito e o amor por todas as formas de vida, pela natureza como um todo.

A todos os locais de trabalho que já passei, que me ensinaram alguma lição, em especial ao colega Eng. Agrônomo Luís Marcelo Tisian, por todos os ensinamentos, pelos livros ofertados com carinho e pelo encorajamento de sempre.

Agradeço ao meu filho, Leonardo Moog Veloso, pelo auxílio prestado no que abrangeu recursos de informática.

E com todo amor do mundo agradeço ao meu companheiro, Luiz Castro, por todo incentivo e apoio ao meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

MOOG, Leslie. **Desenvolvimento de Método de Avaliação de Árvores Urbanas para Uso no Núcleo de Arborização Urbana do Município de São Leopoldo/RS.** 2023. 46 p. Monografia (Especialização em Arborização Urbana). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

Um dos problemas enfrentados na prática, quando se avalia o risco de queda ou acidentes de uma árvore urbana, é a subjetividade, ou seja, a tomada de decisão quanto a supressão ou permanência do vegetal fica a caráter de cada técnico, sua formação, seu conhecimento e suas opiniões. O presente estudo tem a finalidade de desenvolver uma metodologia de avaliação de árvores urbanas a ser utilizada pela equipe técnica do Núcleo de Arborização Urbana, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, da Prefeitura Municipal de São Leopoldo/RS. Para tanto, foi realizada revisão bibliográfica de cinco metodologias de diferentes autores, para chegar aos parâmetros mais utilizados e validados cientificamente. Após, comparou-se se tais métodos se adequam ao recomendado pelas normas técnicas da ABNT 16246-3 (2019). Como resultado, construiu-se um método de avaliação de risco em árvores urbanas adaptado à realidade local, buscando avaliar o recomendado pelas normas técnicas brasileiras, de forma a auxiliar, de maneira mais objetiva, na elaboração de pareceres técnicos e na tomada de decisões quanto ao melhor manejo da arborização urbana.

Palavras-chave: Arborização urbana. Árvores urbanas. Método de avaliação. Análise de Risco de queda.

ABSTRACT

MOOG, Leslie. **Development of a Methododology for Assessing Urban Trees for Use in the Urban Tree Nucleus of São Leopoldo Municipality, RS**. 2024. 61 p. Monography (Specialization in Urban Tree Planting). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2024.

One of the problems faced in practice, when evaluating the risk of falling or accidents of an urban tree, is subjectivity, that is, the decision-making regarding the removal or permanence of the plant is up to each technician, their training, knowledge and opinions. The present study aims to develop a methodology to evaluate urban trees, that be used by the technical team of the Urban Afforestation Center, of the Municipal Department of the Environment, of the Municipality of São Leopoldo/RS. To this end, a bibliographical review of five methodologies from different authors was carried out, to arrive at the most used and scientifically validated parameters. As a result, a risk assessment method for urban trees adapted to the local reality was created, in order to assist, in a more objective way, in the preparation of technical opinions and decision-making regarding the best management of urban afforestation.

Keywords: Urban tree planting. Urban trees. Assessment method. Risk of fall analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros avaliados por SAMPAIO, A. C. F. et al (2010)	Pág. 16
Tabela 2 – Parâmetros avaliados na Portaria FPJ 136/2018	Pág. 17
Tabela 3 – Parâmetros avaliados por SCHALLENBERGER, L. S. et al (2010)	Pág. 17
Tabela 4 – Parâmetros avaliados por GONÇALVES et al (2007)	Pág. 18
Tabela 5 – Parâmetros avaliados por TEIXEIRA E NUNES (2019)	Pág. 18
Tabela 6 – Parâmetros recomendados na ABNT NBR 16246-3 (2019)	Pág. 19
Tabela 7 – Parâmetros utilizados para avaliação da copa das árvores	Pág. 21
Tabela 8 – Parâmetros utilizados para avaliação do tronco das árvores	Pág. 22
Tabela 9 – Parâmetros utilizados para avaliação da base do colo das árvores	Pág. 23
Tabela 10 – Parâmetros utilizados para avaliação das raízes aparentes das árvores	Pág. 24
Tabela 11 - Parâmetros utilizados para avaliação da fitossanidade das árvores	Pág.25
Tabela 12 - Parâmetros utilizados para avaliação do alvo.....	Pág. 26
Tabela 13 - Parâmetros utilizados para avaliação da adequação da espécie	Pág. 27
Tabela 14 - Parâmetros utilizados para avaliação do entorno	Pág. 28
Tabela 15 – Comparativo de análise da copa em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 29
Tabela 16 – Comparativo de análise do fuste em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 30
Tabela 17 – Comparativo de análise do colo em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 31
Tabela 18 – Comparativo de análise das raízes em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 31
Tabela 19 – Comparativo de análise da fitossanidade em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 32
Tabela 20 – Comparativo de análise do alvo em relação à ABNT NBR 16246-3	Pág. 33

Tabela 21 – Comparativo de análise da adequação da espécie em relação à ABNT NBR 16246-3 Pág. 34

Tabela 22 – Comparativo de análise do entorno em relação à ABNT NBR 16246-3 Pág. 34

Tabela 23 – Formulário de avaliação de risco elaborado para aplicação de metodologia proposta Pág. 37

Tabela 24 – Comparativo de adequação da metodologia desenvolvida em relação ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 Pág. 40

LISTA DE ABREVIATURAS

NAU – Núcleo de Arborização Urbana da Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de São Leopoldo.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR – Normas Brasileiras.

FPJ – Fundação de Parques e Jardins.

DAP – Diâmetro à altura do peito

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
Objetivos	3
1.1.1 Objetivo Geral	3
1.1.2 Objetivos Específicos	3
1.2 Justificativa	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
3. METODOLOGIA	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral a importância da existência de vegetação no ambiente urbano. As árvores trazem diversos benefícios que vão desde a diminuição do efeito conhecido como “Ilhas de calor”, a auxiliar no processo de drenagem do solo e na prevenção de alagamentos, na filtragem das partículas de poeira do ar, até no alívio do estresse diário e o aumento da sensação de bem-estar.

Além disso, árvores são consideradas bioindicadoras de classe social (LUNDGREN, W. SILVA, L. 2013). Estudos indicam que quanto mais próspero economicamente é um bairro, mais arborizado ele é, enquanto bairros menos favorecidos economicamente, possuem espaços arborizados reduzidos ou inexistentes.

Em contrapartida a esses benefícios, as árvores, em ambiente urbano, podem apresentar diversos conflitos com as edificações e os equipamentos urbanos, com os quais dividem espaço. Árvores podem trazer prejuízos ao patrimônio público e privado, além de colocar em risco a vida das pessoas e animais que coabitam ao seu entorno.

A Constituição Federal (1988), em seu Art. 225, determina que 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. Neste sentido, fica sob responsabilidade do poder público mediar conflitos, realizar manejos necessários e garantir a preservação do meio ambiente.

O município de São Leopoldo localiza-se na região metropolitana de Porto Alegre, distante 34 km da capital, na encosta inferior do nordeste do estado do Rio Grande do Sul, dividindo-se em 24 bairros. De acordo com os dados do IBGE, possui área territorial de 103.009 km² e uma população estimada em 240.378 indivíduos (IBGE, 2022).

O clima do município é subtropical úmido, com verões longos e quentes e invernos mais curtos e amenos, de acordo com o padrão mundial, e invernos frios para o padrão brasileiro. A temperatura no verão pode ultrapassar os 40°C e no inverno chega a atingir temperaturas negativas, principalmente durante a noite. Comumente acontecem períodos de “veranicos” em pleno inverno, com dias de temperaturas atingindo os 30° (WEATHER SPARKS, 2022). Apresenta uma variação

muito grande de temperatura devido às mudanças nas condições do tempo muito bruscas. A cidade está localizada numa faixa limítrofe entre a influência das massas de ar tropical quente e úmido, e das massas de ar polar frio e seco, com grande atividade atmosférica nas passagens de frentes quentes e frias em alternância semanal (PLANGEA, 2011).

O Núcleo de Arborização Urbana (NAU) está vinculado à Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de São Leopoldo, atuando no planejamento e gestão da arborização urbana municipal. O NAU conta, em seu quadro de servidores, com uma Bióloga, dois Engenheiros Agrônomos, uma Agente Administrativa e três estagiários, sendo dois do curso de Administração e um de Ciências Biológicas.

Do corpo técnico, são responsáveis pelas autorizações de supressão e poda a Bióloga e a Engenheira Agrônoma, enquanto o outro agrônomo é o único responsável pelo planejamento e execução de projetos de plantio no município.

O NAU recebeu, no ano de 2021, 1.083 solicitações para manejo arbóreo. Deste montante, 505 solicitações foram atendidas, ou seja, 46,63%. Foram encaminhadas, 269 manejos de supressão e 201 manejos de poda. Ou seja, das solicitações atendidas, 53,27% dos vegetais foram encaminhados para supressão e 39,8% para manejos de poda. No ano de 2022 foram 1.385 solicitações. Destas, 589 solicitações tiveram encaminhamento de supressão, ou seja, 42,53%, enquanto 461 tiveram encaminhamento de algum tipo de poda, ou seja, 33,29%. Isto significa que, do montante de pedidos de manejo arbóreo do ano de 2022, em 75,8% dos casos necessitou-se algum tipo de intervenção.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Propor uma metodologia de avaliação das árvores urbanas que auxilie nas tomadas de decisões quanto ao melhor manejo a ser aplicado, diminuindo a pessoalidade e a subjetividade da avaliação e que otimize o tempo utilizado para atendimento de cada demanda.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Comparar as metodologias de avaliação de risco indicadas por diversos autores com a norma técnica ABNT NBR 16246-3 (2019).
- b) Refletir sobre os parâmetros que mais apareceram;
- c) Elaborar um método de avaliação de árvores urbanas que possa ser utilizada de forma manual ou adaptada para uso em dispositivo eletrônico de tela sensível ao toque.

1.2 Justificativa

Árvores são seres vivos. Além disso, trazem diversos benefícios para a espécie humana e para outras espécies. Sem a presença delas a vida no planeta não existiria.

Em um ambiente de floresta, a árvore tem seu espaço garantido e adaptado a sua existência, participando da criação de diversos ecossistemas.

Em ambiente urbano, as árvores, em grande parte isoladas, coexistem com pessoas e animais, além de vários equipamentos urbanos. Nestas situações, elas acabam conflitando com redes de energia elétrica, sistemas pluviais, calçamentos, construções, entre outros.

Como todos seres vivos, as árvores também envelhecem e morrem. Árvores, principalmente as de grande porte, em declínio, que é como chamamos o processo de envelhecimento até a morte em vegetais, podem representar um risco para a vida dos outros seres vivos, pois em um processo natural, as árvores deixam cair seus galhos ao longo de sua vida, sendo que com o tempo, os galhos se tornam maiores e mais grossos, podendo causar maiores danos decorrentes de seu desprendimento.

Neste sentido, nem sempre o custo-benefício para manter uma árvore em determinado local compensa e é nestes casos, que o poder público precisa agir de forma técnica e segura, decidindo com propriedade o momento em que um vegetal deve ser suprimido ou sobre qual manejo adequado o vegetal deve receber, para garantir sua permanência segura no local onde se encontra.

Os setores competentes, frequentemente, são formados por equipes multidisciplinares, com formações e experiências diferentes. Muitas vezes, as avaliações de um vegetal, causando danos ao patrimônio ou com risco de queda e as decisões para o manejo adequado, são realizadas por um único técnico, que tomará decisões a partir do seu conhecimento, tornando essas avaliações de caráter subjetivo ao olhar de cada um.

Neste aspecto, desenvolver uma metodologia para análise da vegetação urbana se revela de suma importância, pois vai auxiliar a tomada de decisões baseadas em critérios técnicos que complementarão a análise pessoal de cada profissional, justificando este projeto de pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Embora, na cidade, as árvores costumam ser tratadas como indivíduos isolados, por perderem a característica de formação florestal, elas não estão de fato isoladas no ambiente urbano.

As árvores coexistem com uma infinidade de elementos, desde fatores bióticos como seres humanos, animais, fungos e insetos, até fatores abióticos como solo, ventos, condições climáticas adversas, fiação elétrica, encanamentos, construções, calçadas, veículos, placas de sinalização, entre outros (GONÇALVES *et al*, 2018; MARTINS, 2010; NOVAES *et al*, 2021; WEBER, A.; BRAZOLIN, 2022).

De acordo com a ABNT NBR 16246-3 (2019, V):

As árvores são diretamente afetadas nas intervenções urbanas, como o alargamento das vias, o reparo das tubulações, a manutenção da fiação aérea, a construção ou a reforma das edificações, entre outros. Por outro lado, o desenvolvimento e a sobrevivência das árvores nas cidades também sofrem influência de fatores ambientais, como a compactação do solo, a falta ou o excesso de água, a poluição e o estresse climático e a incidência de pragas e de patógenos.

Cabe salientar a importância do planejamento da Arborização Urbana para evitar conflitos que podem levar o indivíduo arbóreo a ser suprimido. Conforme Gonçalves *et al.* (2018, p.131): “É fato que a arborização urbana propicia benefícios à população, todavia, exige um planejamento criterioso, em conjunto com um manejo adequado, para não trazer prejuízos ao espaço urbano”. Salientam, ainda, que:

Em resumo, a arborização urbana em qualquer espaço não consiste apenas no ato de plantar árvores. O levantamento de informações e a execução de um planejamento prévio, à realização de manejos constantes, gerenciamentos realizados de forma integrada, são estratégias indispensáveis para alcançar melhores resultados na arborização e proporcionar benefícios para a população.

Em outras palavras, algumas características podem ser indicativas de problemas futuros e levar a uma condenação do indivíduo posteriormente, caso não haja intervenções e manejos adequados para que os riscos sejam minimizados ou até mesmo extinguidos. Por exemplo, o tamanho da copa incompatível com o local pode ocasionar podas drásticas realizadas, tanto por municípios, quanto por companhias de energia elétrica. Estas podas geram brotações epicórmicas, que vulnerabilizam o vegetal, tornando-o mais suscetível à queda e quebra de galhos, além de

desequilibrarem a copa e desestabilizarem sua estrutura (MARTINS, 2010). Além disso, vegetais que demandam manejos frequentes e grandes de poda, que não cicatrizam facilmente, acabam ficando mais vulneráveis a ataques de pragas como fungos e parasitas (SCHALLENBERGER *et al*, 2010). As raízes de um vegetal, quando incompatíveis com o local onde se encontram, seja pela calçada pequena ou pela falta de espaço permeável, pode ocasionar danos à calçada ou calçamento, rachaduras em muros e estruturas prediais, além de entupimento e rachadura de canos de água e esgotos. Ademais, árvores de grande porte precisam fixar suas raízes de sustentação com maior profundidade no solo, porém, nas cidades, os solos são compactados e modificados, o que chamamos de solos “antrópicos”, dificultando o crescimento e fixação de raízes, deixando os vegetais propensos a queda, especialmente em eventos de intempéries (D. DA S. NOVAES *et al*, 2021). Árvores com espinhos ou com princípios ativos tóxicos podem causar acidentes, bem como frutos grandes que podem cair sobre pessoas e carros, além de deixarem calçadas e vias escorregadias, podendo causar quedas de transeuntes. Ou seja, o mau planejamento da Arborização Urbana vai influenciar nos índices de solicitações para análise técnica, na queda de árvores e na quantidade de supressões realizadas nos municípios.

Segundo a ABNT NBR 16246-3 (2019, p. 7): “Toda árvore é um ser vivo, que pode possuir defeitos, e está sujeita a forças da natureza, por isso, nunca está livre de apresentar riscos de queda ou de suas partes, podendo causar eventuais acidentes”.

Todavia, a necessidade de aumentar os espaços verdes em áreas urbanas, cada vez mais percebida pela sociedade, devido aos múltiplos benefícios oferecidos, quando bem implantadas e manejadas, estão longe de serem caracterizadas como um problema (SCHALLENBERGER *et al*, 2010).

A consciência ambiental faz parte da sociedade contemporânea. Cronologicamente, a pouco tempo se conversa e se estuda sobre Arborização Urbana. Muitos temas foram pouco explorados, há material consultivo surgindo cada vez mais, mas nem sempre há consenso entre os técnicos no assunto. O planejamento da arborização é algo que vem ganhando espaço, porém, existe muita vegetação inadequada plantada em locais inapropriados e há muito manejo sendo realizado na vegetação urbana de maneira indevida, por pessoas não detentoras de conhecimento técnico que as habilitem para este fim.

Sampaio *et al* (2010, p. 84) falam sobre a realidade da Arborização Urbana no Paraná, mas podemos ver este cenário se repetindo em cidades do país inteiro:

.... o cuidado com a arborização foi diminuindo, não prevendo um planejamento e manejo adequado das árvores. Com isso, existe um aumento visível da queda de árvores, assim como, uma perda de vitalidade das mesmas, pois grande parte se encontra em idade avançada e sobrecarregada pelo estresse provindo do ambiente urbano (podas constantes, injúrias mecânicas, poluição atmosférica, luz excessiva, etc.).

Diante deste cenário, cabe aos profissionais habilitados da área ambiental dos municípios, fazerem o controle da vegetação que necessita de manejo de poda e supressão.

Segundo Brazolin (2006, p. 2):

Atualmente, quando se torna necessária uma análise sobre o estado de sanidade biológica e o risco de queda da árvore, verifica-se a falta de critérios para diagnosticar corretamente o problema, o que dificulta a tomada de decisão sobre o manejo mais adequado para cada caso. Portanto, esta situação pode colocar em risco a integridade de pessoas, veículos e edificações, uma vez que as árvores, sem o manejo adequado, tornam-se mais sujeitas à queda, principalmente, durante temporais com ventos fortes.

Schallenberger *et al* (2010, p. 107) dissertam sobre a importância da avaliação das árvores: “A avaliação das condições das árvores urbanas é de suma importância para o manejo da arborização das ruas e a gestão das florestas urbanas como um todo”.

De acordo com Weber e Brazolin (2022, p. 24): “Tais análises envolvem observação de todas as partes da árvore: copa, tronco, base do tronco/colo e sistema radicular visível, bem como avaliam fatores externos, como local, clima, área permeável e alvos potenciais”.

Já a ABNT NBR 16246-3 (2019, V) fala sobre a importância da técnica para a correta avaliação de um vegetal:

... para assegurar a segurança da população e para a manutenção dos serviços ambientais prestados pelas árvores nas cidades, há necessidade e aplicação de critérios técnicos-científicos padronizados para a avaliação das árvores e suas partes, quanto ao risco de queda, reduzindo-se o risco de acidentes e assegurando-se o manejo preventivo adequado.

A avaliação, embora tenha seu caráter pessoal, que é o conhecimento e experiência de cada profissional que irá fazer a análise, deve ser realizada da forma mais técnica possível, principalmente no que diz respeito a tomada de decisão quanto a permanência ou a remoção de um indivíduo arbóreo. Como dizem Gonçalves et al (2007, p. 3): “As avaliações de árvores urbanas para fins de supressão tem sido uma preocupação constante para os técnicos, porque implica, quase sempre, em uma decisão que envolve o patrimônio e a vida de terceiros”.

Neste sentido, vários autores propõem o desenvolvimento de metodologias para a realização das análises técnicas, de forma a embasar tecnicamente as decisões que, em grande parte dos municípios, são realizadas de forma estritamente visual. De acordo com Gonçalves *et al* (2007, p. 3): “Essa preocupação com a quantificação se justifica a medida que o técnico, ao dar seu parecer, possa se cercar de garantias contra fenômenos naturais que o comprometam”, salientando que “Tanto para o estabelecimento de notas quanto as garantias para o laudo buscam uma objetividade na valoração do problema, procurando fugir do achismo”. Ou seja, dando respaldo às decisões, que acabam por ser pessoais.

Weber e Brazolin (2022, p. 25), frisam a importância de sempre que possível, optar por preservar o indivíduo arbóreo, em detrimento da supressão:

“O que se deve fazer ao avaliar o risco das árvores é comparar os benefícios ambientais da permanência do indivíduo em questão com os danos ou prejuízos que podem ser causados por ele. Muitas vezes é possível gerenciar o risco existente, minimizando-o, e assim mantendo o vegetal e seus benefícios por mais tempo no ambiente urbano”.

Sampaio *et al* (2010), considera árvore de risco aquela que apresenta defeitos estruturais com a possibilidade de ocasionar acidentes por quebra de partes ou sua totalidade e que as causas mais comuns são os ventos fortes, o pivotamento causado por excessivo umedecimento do solo, em ocasião de chuvas fortes, pelo próprio enraizamento de forma deficiente e por injúrias causadas por colisões de veículos, ou

seja, a causa de acidentes está intrinsecamente ligada a deficiências estruturais da árvore combinadas com fatores ambientais. Cita ainda, que o mais importante é o alvo que poderá ser atingido em caso de queda, o que se agrava ainda mais, se o alvo for pessoas. Weber e Brazolin (2022, p. 30) reafirmam esta problemática: “Um dos aspectos mais importantes na avaliação de risco, é a existência de alvos em potencial”.

Para fugir da subjetividade no momento da análise técnica, levando-se em consideração que, em grande parte dos municípios, as análises técnicas ocorrem de forma visual, sem o uso de equipamentos que podem reforçar um diagnóstico, Sampaio *et al* (2010), desenvolveram uma metodologia que objetiva quantificar o risco de queda em árvores, de forma a justificar e embasar os técnicos nos momentos de tomada de decisão, quando da indicação de remoção e ações corretivas. Este método não considera avaliar o alvo como um condicionante de risco.

Usando uma pontuação que vai do numeral 0 ao 5 (zero ao cinco), sendo que 0 (zero) significa risco nulo, 1(um) significa pequenos riscos, 2 (dois) e 3 (três) para riscos intermediários, 4 (quatro) e 5 (cinco) para riscos elevados, determinado de acordo com a iminência do acidente e do volume da parte que oferece risco, Sampaio *et al* (2010), recomendaram analisar:

- Na copa da árvore: galhos interferindo na rede elétrica; galhos secos e podres, angulados e esguios; lesões nas cascas dos galhos da copa; existência de fungos e insetos perfuradores; erva-de-passarinho; coloração, quantidade e tamanho das folhas e poda unilateral ou drástica.

- No tronco: recomendam avaliar sua inclinação; existência de cavidades; lesões e aspectos da casca; existência de orifícios de insetos; existência de fungos ou cancos e injúrias mecânicas.

- Na base do tronco: a recomendação é examinar a existência de brotações epicórmicas; lesões; cavidades; fungos; raízes adventícias aparentes; injúrias mecânicas; espaço permeável; ausência de neilóide e raízes cortadas.

A cidade do Rio de Janeiro/RJ, no ano de 2018, através da Portaria da Fundação Parques e Jardins, de nº 136, estabeleceu procedimentos para análise técnica visual de Espécimes Arbóreos, através de quantificação de parâmetros. Em seu formulário, atribui a nota de 0 (zero), 1 (um), 3 (três) e 5 (cinco). A nota 0 (zero) é atribuída em parâmetros que podem ser descritos como equilibrados, inexistentes, íntegros, bons, irrelevantes e adequados. A nota 1 (um) é atribuída em parâmetros

que podem ser descritos como levemente alterados, pouco comprometidos, leves, satisfatórios, pouco relevantes, adequados com restrições, adequados com interferências. A nota 3 (três) é atribuída quando os parâmetros podem ser descritos como relevantes, inadequados, insatisfatórios, moderados, comprometidos e alterados. E a nota 5 (cinco) é utilizada para parâmetros considerados como muito alterados, muito comprometidos, acentuados, críticos ou muito inadequados. Ao final, se chegará a uma pontuação classificada: até 5 (cinco) pontos como satisfatórios, de 6 (seis) a 11 (onze) pontos como regulares, de 12 (doze) a 24 (vinte e quatro) pontos como insatisfatório e de 25 (vinte e cinco) a 40 (quarenta) pontos como críticos.

Esta Portaria estabelece verificar os seguintes Parâmetros: o grau de esbeltez; a base e a raiz (existência de corpo de frutificação de fungos apodrecedores, danos, rachaduras, carbonização, cavidades, cancro); o fuste e bifurcações primárias da copa (corpo de corpo de frutificação de fungos apodrecedores, rachaduras, inclinação do fuste, cavidades e cancro); a morfologia da copa (união de ramos, equilíbrio e arquitetura); a fitossanidade (organismos xilófagos e patogênicos, injúrias mecânicas, incidência de vento), alvos e outros fatores agravantes.

A Portaria em questão cita como fator agravante, a importância de observar a incidência de ventos durante a análise técnica, pois isto pode contribuir para o aumento do risco de queda. Deve-se considerar se o vegetal possui exposição direta, que trata de vegetação localizada em orla marítima, isolada em grandes espaços abertos ou em corredores de vento; e em exposição indireta, ou seja, árvores em ruas secundárias e/ou protegidas por estruturas de quebra ventos, inclusive outras árvores. Devem ser observados, também, fatores relacionados a estabilidade e declividade do solo e a resistência mecânica do terreno e da própria madeira.

Outro ponto que a Portaria FPJ de nº 136/2018 ressalta é a importância de avaliar o conflito dos vegetais com as edificações, observando se há avarias, tais como, deslocamentos, inclinações, trincas, rachaduras, deslocamento e rupturas.

Quanto ao alvo, a Portaria FPJ de nº 136/2018 salienta que o risco está condicionado a existência deste. Ela recomenda avaliar as características mais significativas no entorno, no caso de falha ou queda, tais como circulação de pessoas e veículos e existência de benfeitorias, edificações e outras árvores no local, que poderiam vir a ser atingidas. Recomenda-se considerar se as árvores se localizam em ruas e avenidas principais ou secundárias, com fluxo intenso, moderado ou com pouca circulação de veículos ou pessoas.

Outro método de avaliação foi desenvolvido por Schallenberger *et al* (2010, p. 110 e 111), para a avaliação de árvores urbanas no município de Irati-PR, que consiste em uma metodologia semi-quantitativa, com pontuações pré-estabelecidas e tabeladas, que avalia parâmetros relacionados à condição de tronco, taxa de crescimento recente, vitalidade da árvore, doenças, pragas e parasitas, vigor da copa e longevidade remanescente. Atribui notas aos indivíduos de 1 (um) a 3 (três), sendo considerado 1 (um) como árvore boa (vigorosa, que não apresenta sinais de danos mecânicos), 2 (dois) como árvore satisfatória (apresenta condição e vigor médios para o local, pode apresentar pequenos problemas de danos físicos) e 3 (três) como ruim (apresenta estado geral de declínio e pode apresentar severos danos físicos). Cada variável gera um valor numérico e a soma destes classifica a árvore como excelente, quando a soma entre 24 (Vinte e quatro) e 22 (Vinte e dois) pontos; como boa, entre 21 (Vinte e um) e 18 (Dezoito) pontos; como regular, entre 17 (Dezessete) e 13 (Treze) pontos e como péssima, quando atingir de 8 (Oito) a 6 (Seis) pontos. Este método não considera avaliar o alvo como um condicionante de risco.

Schallenberger *et al* (2010) salienta ainda que, o uso de uma metodologia para a análise das árvores urbanas aumenta a qualidade, bem como a quantidade de avaliações realizadas pelos técnicos, justamente pelo exercício frequente de coleta de dados, que amplia a precisão técnica, na medida que diminui o tempo necessário para a avaliação.

Já Gonçalves *et al* (2007) enfatiza que, embora algumas características emocionais tenham alguma influência, as características que colocam em risco a vida das pessoas acabam por ter um peso decisivo na decisão quanto ao corte de uma árvore.

Gonçalves *et al.* (2007) desenvolveram um método de criterização na análise de parâmetros para determinar a supressão ou permanência de um indivíduo arbóreo. Neste método as respostas são do tipo “verdadeiro” ou “falso”, onde o resultado “falso” conduz a supressão e o “verdadeiro” a permanência do vegetal. Respondido o questionário dos parâmetros apresentados por eles, para serem avaliados, soma-se os resultados falsos/verdadeiros e consulta-se a escala dos resultados que podem ser: corta, sem dúvida; deve cortar; propensa ao corte; decisão pessoal; propensa a ficar; deve ficar; fica, sem dúvida.

Os parâmetros avaliados nesta metodologia são paisagísticos, ecológicos, fitossanitário e de riscos. Em relação aos paisagísticos, avaliou-se a raridade da

espécie no local, a estima da população e a posição do indivíduo no contexto urbano. Ecologicamente, avaliou-se se a espécie é nativa ou exótica ao local, se o vegetal é antigo ou jovem e a importância ecológica para o local. Na dimensão fitossanitária, verificou-se a existência de doenças e pragas e problemas estruturais como inclinação e madeira frágil. Em relação aos riscos, observou-se conflitos aéreos, subterrâneos e a nível do solo e risco iminente de queda (GONÇALVES *et al*, 2007).

Gonçalves *et al.* (2007) também não avaliam o vegetal em relação aos alvos.

Na cidade de Curitiba-PR, Teixeira e Nunes (2019) desenvolveram um método de avaliação de árvores chamado Método Expedito de Análise Qualitativa, para aplicação na Praça Eufrásio Correia. Esta proposta busca subsidiar decisões futuras de manejo utilizando 15 (quinze) parâmetros com a respectiva categorização de notas. Esses parâmetros dizem respeito a avaliação da qualificação da copa (presença de galhos mortos ou danificados e brotações epicórmicas); qualificação da poda (podas drásticas, má cicatrização, descaracterização do formato da espécie); equilíbrio da árvore (formato da copa e tronco dentro ou fora do padrão da espécie); contato com a fiação (contato ou potencial conflito com a fiação); deterioração do tronco (cavidades e lesões, tronco injuriado devido a acidentes e podas antigas); características da bifurcação (abaixo ou acima do DAP); inclinação no tronco; fitossanidade (presença de agentes fitossanitários como pulgões, cochonilhas, cupins e exsudação); Hemiparasitas (ervas-de-passarinho); afloramento de raízes (afloramento e/ou enovelamento); solo exposto (solo exposto na projeção da copa do exemplar, solo coberto e protegido); compatibilidade com o meio (espécie e porte adequados/inadequados para o local); distância para construções e edificações; distância da árvore mais próxima; distância da calçada ou meio fio. Após o preenchimento do questionário, a nota é somada e o vegetal é classificado como péssimo, se pontuar entre 15-25 (quinze e vinte e cinco) pontos; como regular, se pontuar entre 26-30 (Vinte e seis e trinta) pontos; como boa, se pontuar entre 31-38 (trinta e um e trinta e oito) pontos e como excelente se pontuar entre 39-45 (trinta e nove e quarenta e cinco) pontos.

É importante salientar que o Método Expedito avalia o “Alvo” com ênfase à distância. Ele recomenda avaliar a distância do vegetal para as construções e edificações, para a calçada e meio fio e para outras árvores. Cita que um dos grandes problemas da arborização urbana é a distância incorreta de árvores em relação a postes e redes elétricas nuas.

Por fim, um dos importantes instrumentos para orientar os profissionais são as Normas Técnicas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. A ABNT trata-se de uma entidade privada sem fins lucrativos, que é responsável pela normatização técnica no Brasil, de forma a padronizar e reger normas técnicas de vários setores, produtos e serviços. Embora suas normas não sejam obrigatórias no Brasil, garantem um padrão de qualidade e segurança, por serem frutos de estudo e consenso de especialistas da área de interesse (Site ABNT).

A ABNT NBR 16246-3 (Florestas Urbanas – Manejo de Arbustos e outras plantas lenhosa – Parte 3: Avaliação de risco de árvores, publicada em 26 de setembro de 2019, não apresenta nenhuma metodologia de avaliação de risco, mas ela recomenda alguns parâmetros que devem ser levados em consideração para avaliação de riscos de um vegetal. Ela divide a avaliação em níveis.

No nível 1 (um), a avaliação é limitada a uma análise visual de uma árvore ou grupo de árvores próximas a alvos específicos, realizada através de caminhamento, veículo ou patrulha aérea.

No nível 2 (dois), a análise é feita de forma visual e externa em 360° (trezentos e sessenta graus), do sistema radicular visível, colo, tronco e copa da árvore. Podem ser utilizadas ferramentas manuais.

No nível 3 (três), são avaliados, também, os galhos e o solo. Além da análise visual externa, inclui métodos e tecnologias avançadas, como escalada em árvores, tomografia, radar, cálculos estatísticos, entre outros, com o objetivo de avaliar a extensão e severidade das condições ou defeitos.

Além da avaliação do vegetal em si, recomendam a realizar a avaliação do entorno, como as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sua inclinação, taxa de infiltração, permeabilidade na base da árvore, pavimentação, velocidade do vento e índices pluviométricos, além do histórico do local, como queda de outras árvores, reformas, movimentação de terra, entre outras.

Ainda, salientam a relevância do alvo para a análise de risco de queda, classificando esta como item obrigatório.

3 METODOLOGIA

Este estudo destaca a importância do desenvolvimento de metodologias para uma eficiente, técnica e impessoal análise de risco, para auxiliar na tomada de decisões, quanto ao manejo adequado das árvores urbanas, bem como subsidiar os Relatórios Técnicos da equipe do Núcleo de Arborização Urbana do Município de São Leopoldo.

Para atingir os objetivos deste trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico de métodos de avaliação de árvores urbanas, os quais em seguida foram comparados com as recomendações técnicas existentes na ABNT NBR 16246-3 (2019). As informações, que foram consolidadas em um levantamento dos parâmetros que foram analisados em cada método de avaliação, sendo organizadas e tabeladas.

Após, foi elaborado um método de análise das árvores urbanas, ou seja, um compilado desenvolvido a partir dos dados levantados, utilizando os parâmetros que mais aparecem nas avaliações e os que mais se encaixaram à realidade do município, procurando atender o recomendado pela norma técnica brasileira, aplicando-se à necessidade do Núcleo de Arborização Urbana de São Leopoldo/RS.

Este método criado, inicialmente, para uso manual, poderá ser utilizado, também, em dispositivos eletrônicos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante a pesquisa foram estudadas 05 (cinco) metodologias de diversas fontes e autores e comparadas a uma norma técnica elaborada por consenso entre profissionais com expertise na área. Algumas foram aplicadas em casos específicos, como em praças ou ruas de municípios, do qual resultaram em artigos, outras viraram legislação e são aplicadas em avaliações municipais.

O objetivo deste levantamento bibliográfico não foi avaliar cada metodologia nem se sua aplicabilidade resultou em sucesso ou não, mas sim levantar os parâmetros mais utilizados, para que seja construída, assim, uma proposta para ser utilizada como método de avaliação de risco de árvores urbanas pelo Núcleo de Arborização Urbana do município de São Leopoldo.

Resumidamente, Sampaio *et al* (2010) utilizou, para avaliação de risco em árvores, os parâmetros copa, tronco, base do tronco e alvo. Já a Portaria FPJ 136/2018, avaliou as condições do espécime e a conformidade. Schallenberger *et al* (2010) avaliaram os parâmetros de condições do tronco, taxa de crescimento recente, vitalidade da árvore, doenças, pragas e parasitas, vigor da copa e longevidade remanescente. Gonçalves *et al* (2007) utilizaram os parâmetros dimensão paisagística, dimensão ecológica, dimensão fitossanitária e dimensão riscos. Por fim, Teixeira e Nunes (2019) avaliaram os parâmetros qualificação da copa, qualidade da poda, equilíbrio da árvore, contato com a fiação, deterioração do tronco, características da bifurcação, inclinação do tronco, fitossanidade, presença de hemiparasitas, afloramento de raízes, solo exposto, compatibilidade com o meio, distância para as construções e edificações, distância da árvore mais próxima e distância da calçada e meio fio.

A ABNT NBR 16246-3 (2019) recomenda realizar a análise avaliando os parâmetros de alvo, entorno, estado geral, sistema radicular visível, colo, tronco, copa, fitossanidade, fitopatologia, crescimento adaptado, parasitas e ventos.

Abaixo, cada método será resumido em uma planilha, de modo que possa ser visualizado, mais detalhadamente, os parâmetros utilizados em cada um deles.

Para Sampaio *et al* (2010) os parâmetros utilizados para avaliação de risco da arborização urbana foram:

Tabela 1: Parâmetros avaliados por Sampaio, A. C. F, *et al* (2010).

Sampaio, A. C. F. et al (2010)	
Parâmetros utilizados	
COPA	Galhos interferindo na rede
	Galhos secos/podres
	Galhos angulados
	Galhos esguios
	Lesões na casca dos galhos da copa
	Fungos
	Insetos perfuradores
	Erva-de-passarinho
	Folhagem rala/coloração/Quantidade e tamanho das folhas
	Poda unilateral e drástica
TRONCO	Invasão da pista/Inclinação do tronco
	Cavidades
	Lesões e aspectos da casca
	Orifícios de insetos (cupim)
	Fungos
	Cancro
BASE DO TRONCO	Injúrias mecânicas
	Brotação epicórmica
	Lesões na base do tronco
	Cavidades na base do tronco
	Fungos
	Raízes adventícias aparentes
	Injúrias mecânicas
	Espaço permeável (área livre)
Ausência de Neilóide	
ALVO	Raízes cortadas
	Rede elétrica
	Risco de efeitos colaterais (Rua movimentada, rua residencial, rua sem casas)

Fonte: Autoria própria.

Na Portaria FPJ 138/2018, para o município do Rio de Janeiro, os parâmetros utilizados para avaliação de risco da arborização urbana são:

Tabela 2: Parâmetros avaliados na Portaria FPJ 136/2018.

Portaria FPJ 136/2018	
Parâmetros utilizados	
CONDIÇÕES DO ESPÉCIME	Equilíbrio (Inclinação do fuste, copa desequilibrada/deformada, alterações em pavimentos, golas, alterações em dutos e estruturas subterrâneas)
	Estado estrutural (defeitos)
	Conflitos (Avarias e danos)
	Estado fitossanitário (Sintomas de infestação, doenças aparentes, danos, declínio acentuado ou senescência)
CONFORMIDADE	Alvo (Área de circulação ou permanência de pessoas ou veículos, centros comerciais, prédios públicos, praças, parques. Presença de benfeitorias e instalações críticas. Árvores imunes ao corte ou tombadas)
	Adequação da espécie (Exóticas invasoras e seu risco de dispersão).
	Fatores associados ao sítio (Espaço para o desenvolvimento da árvore, característica e condições do sítio)

Fonte: Autoria própria.

Para Schallenberger *et al* (2010) os parâmetros utilizados para avaliação de risco da arborização urbana foram:

Tabela 3: Parâmetros avaliados por Schallenberger *et al* (2010).

Schallenberger <i>et al</i> (2010)	
Parâmetros utilizados	
CONDIÇÃO DO TRONCO (CT)	Integralidade e imperfeições físicas, como o apodrecimento e a presença de ocos extensivos ou seções de casca faltando. Danos físicos causados a casca decorrentes de podas mal executadas
TAXA DE CRESCIMENTO RECENTE (TC)	Lançamentos ou segmentos de crescimento observáveis na extremidade dos ramos ou galhos
VITALIDADE DA ÁRVORE (VA)	Ocorrência de sinais de morte progressiva de brotos e ramos, partindo da ponta da extremidade em direção a base, causadas por fungos, bactérias, temperaturas baixas, seca, drenagem e aeração insuficientes, toxidez química e ataque de insetos
DOENÇAS, PRAGAS E PARASITAS (DP)	Presença ou ausência de infestações ou injúrias desconfigurantes. Doenças e pragas devem ser consideradas neste fator
VIGOR DA COPA (VC)	Avaliação do tamanho e cor das folhas, avaliação das gemas ou brotos

LONGEVIDADE REMANESCENTE (RL)	Expectativa de vida do indivíduo em análise
-------------------------------------	---

Fonte: Autoria própria.

Para Gonçalves *et al* (2007) os parâmetros utilizados para avaliação de risco da arborização urbana foram:

Tabela 4: Parâmetros avaliados por Gonçalves *et al* (2007).

Gonçalves et al (2007)	
Parâmetros utilizados	
DIMENSÃO PAISAGÍSTICAS	Raridade da espécie, valor de estima da população, posicionamento no contexto urbano
DIMENSÃO ECOLÓGICA	Se a espécie é nativa ou exótica, antiguidade na paisagem (idade), grau de importância ecológica.
DIMENSÃO FITOSSANITÁRIA	Doenças, infestação por pragas e problemas estruturais
DIMENSÃO RISCOS	Conflito aéreo, subterrâneo ou ao nível de solo, iminência de queda

Fonte: Autoria própria.

Finalizando, para Teixeira e Nunes (2019) os parâmetros utilizados para avaliação de risco da arborização urbana foram:

Tabela 5: Parâmetros avaliados por Teixeira e Nunes (2019).

Teixeira e Nunes (2019)	
Parâmetros utilizados	
QUALIFICAÇÃO DA COPA	Presença de galhos mortos e danificados devido a podas anteriores, acidentes e eventos climáticos. Copa com brotações epicórmicas.
QUALIDADE DA PODA	Presença de poda drástica com tocos residuais, linha de corte irregular e lascas. Má cicatrização.
EQUILÍBRIO DA ÁRVORE	Se a copa e o tronco condizem com as características da espécie ou estão fora do padrão esperado.
CONTATO COM A FIAÇÃO	Contato ou potencial de contato com a rede de energia elétrica.
DETERIORAÇÃO DO TRONCO	Existência de cavidades e lesões, injúrias devido a acidentes ou podas antigas.
CARACTERÍSTICA DA BIFURCAÇÃO	Se a bifurcação se encontra acima ou abaixo do DAP.
INCLINAÇÃO DO TRONCO	Avaliação do espaço que a planta ocupa e inclinação natural ou fora do padrão da espécie.

FITOSSANIDADE	Presença de agentes fitossanitários como pulgões, cochonilha, cupim e exsudação.
PRESENÇA DE HEMIPARASITAS	Existência de erva-de-passarinho e porcentagem de área ocupada na copa.
AFLORAMENTO DE RAÍZES	Percepção da resistência mecânica do solo e o quanto superficiais que se encontram as raízes. Existência de enovelamento.
SOLO EXPOSTO	Solo exposto na projeção da copa, aumentando a lixiviação e diminuindo a aeração do solo e diminuindo a absorção de água. Solo coberto e protegido.
COMPATIBILIDADE COM O MEIO	Porte e local inadequado devido a podas irregulares ou porte da espécie.
DISTÂNCIA PARA CONSTRUÇÕES E EDIFICAÇÕES	Distância do vegetal avaliado das construções e edificações.
DISTÂNCIA DA ÁRVORE MAIS PRÓXIMA	Espaço livre para crescimento de raízes e copa em relação a árvore mais próxima.
DISTÂNCIA DA CALÇADA E MEIO FIO	Espaço livre para crescimento de raízes em relação aos limites da calçada e meio fio.

Fonte: Autoria própria.

Já a ABNT recomenda, na NBR 16246-3 (2019), que trata de Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas, em sua Parte 3: Avaliação de Risco de Árvores, sempre avaliar os seguintes parâmetros:

Tabela 6: Parâmetros recomendados pela ABNT NBR 16246-3 (2019).

ABNT NBR 16246-3 (2019)	
Parâmetros utilizados	
ALVO	Pessoas, animais, bens patrimoniais, elementos de infraestrutura, características da árvore
ENTORNO	Área permeável; aspectos físicos, químicos e biológicos do solo; inclinação, infiltração e estabilidade; velocidade de vento no local ou região; índice pluviométrico; pavimentação; histórico do local (quedas de árvores, reformas, movimentação de terra, área alagadiça, etc)
ESTADO GERAL	Vigor da copa (observar fenologia)
	Morte ou declínio (risco de queda de galhos apodrecidos ou de toda a árvore)
SISTEMA RADICULAR VISÍVEL	Espaço disponível em relação ao porte da árvore
	Movimentação do solo pelo pivotamento do sistema radicular
	Raízes dobradas ou enoveladas

	Exposição do sistema radicular por processos de erosão ou compactação do solo
COLO	Colo soterrado
	Rachaduras longitudinais ou transversais
	Injúrias ou cancos com rachaduras ou processos de biodeteriorização
	Cavidades
TRONCO	Inclinação
	Rachaduras longitudinais ou transversais
	Injúrias ou cancos com rachaduras ou processos de biodeteriorização
	Cavidades
COPA	Desequilíbrio (descaracterização da arquitetura e do centro de gravidade original)
	Casca inclusa
	Galhos com ferimentos, apodrecimento ou em desrama natural
	Galhos quebrados ou pendentes (relação desfavorável entre o diâmetro do galho e o seu comprimento)
	Primeira ramificação baixa em relação à altura total da árvore
	Ramos epicórmicos
	Forquilhas em processo de biodeterioração
	Podas em grandes galhos, com processos de biodeterioração
	Coloração e turgência das folhas
	Sintomas de deficiência nutricional ou hídrica
FITOSSANIDADE E FITOPATOLOGIA	Corpo de frutificação de fungos xilófagos
	Cupins xilófagos
	Brocas de madeira
	Formigas carpinteiras
	Sintomas e sinais de outras pragas, patógenos e doenças
CRESCIMENTO ADAPTADO	Raízes tipo escoras e sapopemas
	Protuberâncias no tronco ou nos galhos de grande porte
	Espessamento significativo de raízes
	Espessamento no tronco
	Espessamento significativo em ramificações
PARASITAS	Presença de vegetais parasitas
VENTOS	Dados de direção e velocidade no local

Fonte: Autoria própria.

Os seguintes parâmetros serão considerados, na avaliação da copa das árvores, pelas cinco metodologias e na norma:

Tabela 7: Parâmetros utilizados para avaliação da copa das árvores

Parâmetros de Análise da Copa das Árvores	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Galhos interferindo na rede
	Galhos secos/podres
	Galhos angulados
	Galhos esguios
	Lesões na casca dos galhos da copa
	Fungos
	Insetos perfuradores
	Erva-de-passarinho
	Folhagem rala/coloração/Quantidade e tamanho das folhas
	Poda unilateral e drástica
Portaria FPJ 136/2018	Copa desequilibrada/deformada
	Conflitos
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Lançamento ou segmento de crescimento observáveis na extremidade dos ramos e galhos
	Ocorrência de sinais de morte progressiva de brotos e ramos
	Avaliação do tamanho e cor das folhas, avaliação das gemas ou brotos
Gonçalves et al (2007)	Conflito aéreo
Teixeira e Nunes (2019)	Presença de galhos mortos e danificados devido a podas anteriores, acidentes e eventos climáticos
	Brotações epicórmicas
	Podas drásticas com tocos residuais, linha de corte irregular, lascas, má cicatrização
	Equilíbrio
	Contato ou potencial de contato com a rede de energia elétrica.
	Se a copa condiz com as características da espécie ou está fora do padrão esperado
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Desequilíbrio (descaracterização da arquitetura e do centro de gravidade original)
	Casca inclusa
	Galhos com ferimentos, apodrecimento ou em desrama natural
	Galhos quebrados ou pendentes (relação desfavorável entre o diâmetro do galho e o seu comprimento)
	Primeira ramificação baixa em relação à altura total da árvore
	Ramos epicórmicos
	Forquilhas em processo de biodeterioração
	Podas em grandes galhos, com processos de biodeterioração

	Copa em desequilíbrio
	Coloração e turgência das folhas
	Espaçamento significativo em ramificações
	Protuberâncias nos galhos de grande porte
	Sintomas de deficiência nutricional ou hídrica

Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que o parâmetro de avaliação que mais apareceu foi o conflito aéreo com fiação elétrica, aparecendo em 4 (quatro) das 5 (cinco metodologias estudadas (Sampaio, Portaria FPJ 136/2018, Gonçalves e Teixeira e Nunes), seguido por equilíbrio da copa (Sampaio, Portaria FPJ 136/2018 e Teixeira e Nunes) e galhos podres (Sampaio, Schallenberger e Teixeira e Nunes) que apareceram como parâmetro de avaliação em três metodologias. Por fim, a análise das folhas (coloração, turgência, etc) apareceram em duas metodologias (Sampaio e Schallenberger).

Quanto a avaliação do tronco das árvores, os parâmetros considerados pelas cinco metodologias e normas foram:

Tabela 8: Parâmetros utilizados para avaliação do tronco das árvores.

Parâmetros de Análise do tronco das Árvores	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Invasão da pista/Inclinação do tronco
	Cavidades
	Lesões e aspectos da casca
	Orifícios de insetos (cupim)
	Fungos
	Cancro
Portaria FPJ 136/2018	Inclinação do fuste
	Defeitos estruturais
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Apodrecimento
	Presença de ocos excessivos
	Sessão de casca faltando
	Danos físicos causados a casca decorrentes de podas mal executadas
Gonçalves et al (2007)	Problemas de ordem estrutural
Teixeira e Nunes (2019)	Se o tronco condiz com as características da espécie ou está fora do padrão esperado

	Cavidades e lesões
	Injúrias devido a acidentes ou podas antigas
	Se a bifurcação se encontra acima ou abaixo do DAP
	Inclinação natural ou fora do padrão da espécie
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Protuberâncias
	Espessamento
	Inclinação
	Rachaduras longitudinais ou transversais
	Injúrias ou cancos com rachaduras ou processos de biodeteriorização
	Cavidades

Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que o parâmetro de avaliação que mais apareceu foi a inclinação do tronco, incidindo em 4 (quatro) das 5 (cinco) metodologias estudadas (Sampaio, Portaria FPJ, Gonçalves e Teixeira e Nunes), seguido de cavidades e injúrias, que apareceram em 3(três) metodologias (Sampaio, Schallenberger e Teixeira e Nunes) e casca inclusa aparecendo em 2 (duas) metodologias (Sampaio e Schallenberger).

Os seguintes parâmetros foram considerados na avaliação da base do tronco/colo das árvores pelas cinco metodologias e pela norma:

Tabela 9: Parâmetros utilizados para avaliação do colo das árvores.

Parâmetros de Análise da Base do Tronco/Colo das Árvores	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Brotações epicórmicas
	Lesões
	Cavidades
	Fungos
	Injúrias mecânicas
	Ausência de neilóides
Portaria FPJ 136/2018	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo
Teixeira e Nunes (2019)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo

O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Colo soterrado
	Rachaduras longitudinais ou transversais
	Injúrias ou cancos com rachaduras ou processos de biodeteriorização
	Cavidades

Fonte: Autoria própria.

Observou-se que apenas uma metodologia, Sampaio et al (2010) estabeleceu parâmetros para avaliação do colo da árvore, sendo que esta avaliação é recomendada pela ABNT NBR 16246-3 (2019).

Quanto a avaliação das raízes das árvores, os parâmetros considerados pelas cinco metodologias e na norma foram:

Tabela 10: Parâmetros utilizados para avaliação das raízes das árvores.

Parâmetros de Análise das Raízes das Árvores	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Raízes adventícias aparentes
	Raízes cortadas
Portaria FPJ 136/2018	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes
Teixeira e Nunes (2019)	Afloramento de raízes
	Enovelamento
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Espaço disponível em relação ao porte da árvore
	Movimentação do solo pelo pivotamento do sistema radicular
	Raízes dobradas ou enoveladas
	Exposição do sistema radicular por processos de erosão ou compactação do solo
	Raízes tipo escoras e sapopemas

Fonte: Autoria própria.

Das 5 (cinco) metodologias estudadas, apenas 2 (duas) estabeleceram parâmetros para análise das raízes superficiais (Sampaio e Schallenberger), sendo

que a avaliação do sistema radicular é recomendada pela ABNT NBR 16246-3 (2019). Os parâmetros que mais apareceram foram raízes aparentes/afloradas.

Os seguintes parâmetros foram considerados na avaliação da fitossanidade das árvores pelas cinco metodologias e pela norma:

Tabela 11: Parâmetros utilizados para avaliação da fitossanidade das árvores.

Parâmetros de Análise da Fitossanidade	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Fungos
	Insetos perfuradores
	Erva-de-passarinho
	Sinais de doenças nas folhas (quantidade, coloração e tamanho)
	Orifícios de insetos
Portaria FPJ 136/2018	Sintomas de infestação
	Doenças aparentes
	Declínio acentuado ou senescência
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Ocorrência de sinais de morte progressiva de brotos e ramos, partindo da ponta da extremidade em direção a base, causadas por fungos, bactérias, temperaturas baixas, seca, drenagem e aeração insuficientes, toxidez química e ataque de insetos
	Presença ou ausência de infestações, doenças e pragas
	Avaliação do tamanho e cor das folhas, avaliação das gemas ou brotos
	Expectativa de vida do indivíduo em análise
Gonçalves et al (2007)	Doenças
	Infestações por pragas
	Antiguidade na paisagem (idade)
Teixeira e Nunes (2019)	Presença de agentes fitossanitários como pulgões, cochonilha, cupim e exsudação
	Existência de erva-de-passarinho e porcentagem de área ocupada na copa.
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Corpo de frutificação de fungos xilófagos
	Cupins xilófagos
	Brocas de madeira
	Formigas carpinteiras
	Sintomas e sinais de outras pragas, patógenos e doenças

Fonte: Autoria própria.

Podemos observar que o parâmetro de avaliação que mais apareceu foi Infestação por pragas, incidindo nas 5 (cinco) metodologias estudadas, seguido de doenças aparentes, aparecendo em 3 (três) metodologias (Portaria FPJ, Schallenberger e Gonçalves) e de fungos (Sampaio e Schallenberger) e declínio (Portaria FPJ e Schallenberger), que apareceram em 2 (duas) metodologias.

Um fator que chamou atenção foi que, nas demais metodologias, a idade do vegetal, declínio e senescência contam como uma característica negativa no momento da avaliação, enquanto Gonçalves et al (2007) considera a antiguidade do indivíduo no local como um fator positivo para a sua permanência. A norma técnica recomenda que, durante a avaliação visual externa da árvore, deve-se avaliar seu estado geral, observando se a árvore está morta ou em declínio.

Passando a discorrer sobre o parâmetro Alvo, a ABNT NBR 16246-3 (2019) cita que este parâmetro influencia diretamente no grau de risco, sendo que árvores em áreas densamente ocupadas são de maior risco que aquelas em áreas raramente visitadas. Além disso, classifica os alvos como estáticos, transitórios e móveis. Cabe observar aqui, que Schallenberger L. S. et al (2010) citou na introdução do seu trabalho a avaliação do alvo encontrada na sua pesquisa bibliográfica, mas não utilizou a avaliação do alvo em seus parâmetros de avaliação. Gonçalves et al (2007) não citou alvo em seu trabalho. Quanto a Teixeira e Nunes (2019), não houve citação de alvo em seu trabalho. Eles citam a distância do vegetal em relação as construções e edificações, mais relacionado à expansão de raízes, porém, deixaremos esta observação para este parâmetro, visto que não ficou completamente especificado o que avaliar para com a distância entre vegetal e edificações.

Para avaliação do Alvo, apareceram os seguintes parâmetros para análise:

Tabela 12: Parâmetros utilizados para avaliação do Alvo.

Parâmetros de Análise do Alvo	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Rede elétrica
	Risco de efeitos colaterais: pessoas (Rua movimentada, rua residencial, rua sem casas)
Portaria FPJ 136/2018	Possibilidade de atingimento a pessoas, veículos, edificações e benfeitorias e de outras árvores no caso de falha ou queda.
	Presença de benfeitorias e instalações críticas
	Árvores imunes ao corte ou tombadas

Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o alvo
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o alvo
Teixeira e Nunes (2019)	Distância do vegetal avaliado das construções e edificações.
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Pessoas e animais
	Bens patrimoniais
	Elementos de infraestrutura
	Características da árvore

Fonte: Autoria própria.

Para avaliação da adequação da espécie, apareceram os seguintes parâmetros para análise:

Tabela 13: Parâmetros utilizados para avaliação da adequação da espécie.

Parâmetros de Análise da adequação da espécie	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente a adequação da espécie
Portaria FPJ 136/2018	Exótica invasora e rico de dispersão e com notória susceptibilidade a queda ou falha, consolidação, risco de disseminação de doenças
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Expectativa de vida
Gonçalves et al (2007)	Nativa ou exótica
Teixeira e Nunes (2019)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente a adequação da espécie
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Recomenda avaliar dados históricos sobre o comportamento das espécies das árvores

Fonte: Autoria própria.

Referente a Espécie, a ABNT NBR 16246-3 (2019) recomenda que o arborista deve avaliar os parâmetros levando em consideração dados históricos sobre o comportamento das espécies arbóreas. Cabe ressaltar que tanto a Portaria FPJ 136/2018 como Gonçalves et. Al. (2007) consideraram em suas avaliações se o espécime se trata de espécie nativa, exótica ou exótica invasora.

Em relação ao entorno do vegetal, apareceram os seguintes parâmetros para análise:

Tabela 14: Parâmetros utilizados para avaliação do entorno.

Parâmetros de Análise do Entorno	
Parâmetros utilizados	
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Galhos da copa interferindo na rede elétrica
	Tronco invadindo a pista
	Espaço permeável no colo
Portaria FPJ 136/2018	Espaço para desenvolvimento da árvore
	Características e condições do sítio (drenagem, declividade, solos rasos, afloramentos rochosos, erosão, movimento de terra (cortes e aterros), pavimentação
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o entorno do vegetal
Gonçalves et al (2007)	Conflito com os serviços urbanos aéreos como fiações, placas, marquises, etc.
	Problemas com os serviços urbanos de solos como água, esgoto, calçamento, etc
Teixeira e Nunes (2019)	Contato ou potencial de contato com a rede de energia elétrica
	Avaliação do espaço que a planta ocupa
	Percepção da resistência mecânica do solo
	Exposição do solo na projeção da copa
	Local inadequado
	Distância do vegetal avaliado das construções e edificações
	Espaço livre para crescimento de raízes e copa em relação a árvore mais próxima
	Espaço livre para crescimento de raízes em relação aos limites da calçada e meio fio
O QUE RECOMENDA A NORMA TÉCNICA	
ABNT NBR 16246-3 (2019)	Área permeável
	Aspectos físicos, químicos e biológicos do solo
	Inclinação, infiltração e estabilidade
	Direção e velocidade de vento no local ou região
	Índice pluviométrico
	Pavimentação
	Histórico do local (quedas de árvores, reformas, movimentação de terra, área alagadiça, etc)

Fonte: Autoria própria.

Em relação ao entorno, os parâmetros de avaliação que mais apareceram foram conflito com rede elétrica (Sampaio, Gonçalves e Teixeira e Nunes) e espaço permeável adequado/disponível (Sampaio, Portaria FPJ e Teixeira e Nunes).

Durante a pesquisa, concluiu-se que a ABNT NBR 16246-3 recomenda uma avaliação bem aprofundada de cada parâmetro, com exceção à espécie. Podemos perceber que algumas metodologias atendem o que recomenda a norma técnica em alguns parâmetros e em outros não, sendo que, apenas em alguns casos atendem as recomendações em sua totalidade.

Cabe salientar que as metodologias estudadas são anteriores a recomendação técnica, com exceção a metodologia de Teixeira e Nunes (2019), que foi proposta no mesmo ano. Entretanto, nem esta atende o que recomenda a norma técnica em sua totalidade.

Abaixo, podemos perceber que, em relação a copa, três metodologias atendem parcialmente e duas não atendem a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 15: Comparativo de análise de copa em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise da Copa das Árvores		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Galhos interferindo na rede	Atende parcialmente
	Galhos secos/podres	
	Galhos angulados	
	Galhos esguios	
	Lesões na casca dos galhos da copa	
	Fungos	
	Insetos perfuradores	
	Erva-de-passarinho	
	Folhagem rala/coloração/Quantidade e tamanho das folhas	
	Poda unilateral e drástica	
Portaria FPJ 136/2018	Copa desequilibrada/deformada	Não atende
	Conflitos	
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Lançamento ou segmento de crescimento observáveis na extremidade dos ramos e galhos	Atende parcialmente
	Ocorrência de sinais de morte progressiva de brotos e ramos	

	Avaliação do tamanho e cor das folhas, avaliação das gemas ou brotos	
Gonçalves et al (2007)	Conflito aéreo	Não atende
Teixeira e Nunes (2019)	Presença de galhos mortos e danificados devido a podas anteriores, acidentes e eventos climáticos	Atende parcialmente
	Brotações epicórmicas	
	Podas drásticas com tocos residuais, linha de corte irregular, lascas, má cicatrização	
	Equilíbrio	
	Contato ou potencial de contato com a rede de energia elétrica.	
	Se a copa condiz com as características da espécie ou está fora do padrão esperado	

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação ao fuste/tronco, duas metodologias atendem totalmente e três metodologias atendem parcialmente a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 16: Comparativo de análise do fuste em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise do tronco das Árvores		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Invasão da pista/Inclinação do tronco	Atende
	Cavidades	
	Lesões e aspectos da casca	
	Orifícios de insetos (cupim)	
	Fungos	
	Cancro	
Portaria FPJ 136/2018	Inclinação do fuste	Atende parcialmente
	Defeitos estruturais	
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Apodrecimento	Atende parcialmente
	Presença de ocos excessivos	
	Sessão de casca faltando	
	Danos físicos causados a casca decorrentes de podas mal executadas	
Gonçalves et al (2007)	Problemas de ordem estrutural	Atende parcialmente

Teixeira e Nunes (2019)	Se o tronco condiz com as características da espécie ou está fora do padrão esperado	Atende
	Cavidades e lesões	
	Injúrias devido a acidentes ou podas antigas	
	Se a bifurcação se encontra acima ou abaixo do DAP	
	Inclinação natural ou fora do padrão da espécie	

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação ao colo, apenas a metodologia proposta por Sampaio, A. C. F. et al (2010) atende a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 17: Comparativo de análise de colo em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise da Base do Tronco/Colo das Árvores		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Brotações epicórmicas	Atende
	Lesões	
	Cavidades	
	Fungos	
	Injúrias mecânicas	
	Ausência de neilóides	
Portaria FPJ 136/2018	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo	Não atende
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo	Não atende
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo	Não atende
Teixeira e Nunes (2019)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o colo	Não atende

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação às raízes, duas metodologias atendem parcialmente e três metodologias não atendem a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 18: Comparativo de análise das raízes em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise das Raízes das Árvores		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Raízes adventícias aparentes	Atende parcialmente
	Raízes cortadas	
Portaria FPJ 136/2018	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes	Não atende
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes	Não atende
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente as raízes	Não atende
Teixeira e Nunes (2019)	Afloramento de raízes	Atende parcialmente
	Enovelamento	

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação à fitossanidade, todas metodologias atendem a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 19: Comparativo de análise da fitossanidade em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise da Fitossanidade		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Fungos	Atende
	Insetos perfuradores	
	Erva-de-passarinho	
	Sinais de doenças nas folhas (quantidade, coloração e tamanho)	
	Orifícios de insetos	
Portaria FPJ 136/2018	Sintomas de infestação	Atende
	Doenças aparentes	
	Declínio acentuado ou senescência	
Schallenberger, L. S. et al	Ocorrência de sinais de morte progressiva de brotos e ramos, partindo da ponta da extremidade em direção a base, causadas por fungos, bactérias, temperaturas baixas, seca, drenagem e aeração insuficientes, toxidez química e ataque de insetos	Atende

	Presença ou ausência de infestações, doenças e pragas	
	Avaliação do tamanho e cor das folhas, avaliação das gemas ou brotos	
	Expectativa de vida do indivíduo em análise	
Gonçalves et al (2007)	Doenças	Atende
	Infestações por pragas	
	Antiguidade na paisagem (idade)	
Teixeira e Nunes (2019)	Presença de agentes fitossanitários como pulgões, cochonilha, cupim e exsudação	Atende
	Existência de erva-de-passarinho e porcentagem de área ocupada na copa.	

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação ao Alvo, apenas duas metodologias atendem a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 20: Comparativo de análise do alvo em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise do Alvo		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Rede elétrica	Atende
	Risco de efeitos colaterais: pessoas (Rua movimentada, rua residencial, rua sem casas)	
Portaria FPJ 136/2018	Possibilidade de atingimento a pessoas, veículos, edificações e benfeitorias e de outras árvores no caso de falha ou queda.	Atende
	Presença de benfeitorias e instalações críticas	
	Árvores imunes ao corte ou tombadas	
Schallenberger, L. S. et al	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o alvo	Não atende
Gonçalves et al (2007)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o alvo	Não atende
Teixeira e Nunes (2019)	Distância do vegetal avaliado das construções e edificações.	Não atende

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação a avaliação da espécie, apenas uma metodologia atende a norma técnica ABNT NBR 16346-3 (2019), quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 21: Comparativo de análise da adequação da espécie em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise da adequação da espécie		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente a adequação da espécie	Não atende
Portaria FPJ 136/2018	Exótica invasora e risco de dispersão, notória susceptibilidade a queda ou falha, consolidação, risco de dispersão de doenças	Atende
Schallenberger, L. S. et al	Expectativa de vida	Não atende
Gonçalves et al (2007)	Nativa ou exótica	Não atende
Teixeira e Nunes (2019)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente a adequação da espécie	Não atende

Fonte: Autoria própria.

Abaixo, podemos perceber que, em relação ao entorno, quatro metodologias atendem parcialmente e uma metodologia não atende a norma técnica ABNT NBR 16346-3, quanto aos parâmetros recomendados para análise técnica:

Tabela 22: Comparativo de análise do entorno em relação ao recomendado pela NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise do Entorno		Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados		
Sampaio, A. C. F. et al (2010)	Galhos da copa interferindo na rede elétrica	Atende parcialmente
	Tronco invadindo a pista	
	Espaço permeável no colo	
Portaria FPJ 136/2018	Espaço para desenvolvimento da árvore	Atende parcialmente
	Características e condições do sítio (drenagem, declividade, solos rasos, afloramentos rochosos, erosão, movimento de terra (cortes e aterros), pavimentação	
Schallenberger, L. S. et al (2010)	Não utilizou nenhum parâmetro para avaliar especificamente o entorno do vegetal	Não atende
Gonçalves et al (2007)	Conflito com os serviços urbanos aéreos como fiações, placas, marquises, etc.	Atende parcialmente
	Problemas com os serviços urbanos de solos como água, esgoto, calçamento, etc	
Teixeira e Nunes (2019)	Contato ou potencial de contato com a rede de energia elétrica	Atende parcialmente
	Avaliação do espaço que a planta ocupa	

Percepção da resistência mecânica do solo
Exposição do solo na projeção da copa
Local inadequado
Distância do vegetal avaliado das construções e edificações
Espaço livre para crescimento de raízes e copa em relação a árvore mais próxima
Espaço livre para crescimento de raízes em relação aos limites da calçada e meio fio

Fonte: Autoria própria.

Diante das metodologias e recomendações técnicas estudadas, buscou-se elaborar uma metodologia qualitativa de análise de risco em árvores que englobe os parâmetros mais utilizados e com maior relevância para os técnicos do Núcleo de Arborização Urbana, levando-se em consideração a realidade da arborização urbana do município de São Leopoldo/RS.

Para construção deste método de avaliação, além dos parâmetros que mais apareceram, priorizou-se o uso de alguns parâmetros que se encaixam na realidade local e são considerados importantes pela equipe técnica, como, por exemplo, o parâmetro de adequação da espécie, em relação a espécie ser nativa ou exótica como peso para a sua permanência ou não, que apareceu em apenas duas das cinco metodologias e que não apareceu na recomendação técnica estudada, mas resolveu-se utilizá-lo como parâmetro devido ao fato de existirem, no município de São Leopoldo/RS, aproximadamente seis áreas de importância ambiental, como Áreas de Preservação Permanente (APPs) e uma grande Unidade de Conservação chamada Parque Natural Municipal Imperatriz Leopoldina, que conta com 151,79 hectares e é uma das poucas áreas de inundação preservadas na Bacia do Rio dos Sinos (OCANHA, 2015, p. 9).

Para esta decisão levou-se em consideração a Lei Federal 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que em seu Art. 3º, VIII, Alínea A, salienta que define como interesse social:

As atividades imprescindíveis à proteção da integridade da vegetação nativa, tais como: prevenção, combate e controle do fogo, controle da erosão, erradicação de invasoras e proteção de plantios com espécies nativas, conforme resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

Bem como levou-se em consideração a recomendação contida na Portaria SEMA n° 79, de 31 de outubro de 2013, que cita:

Considerando ainda que: as espécies exóticas invasoras produzem mudanças e alterações em propriedades ecológicas do solo, na ciclagem de nutrientes, em cadeias tróficas, na estrutura, dominância, distribuição e nas funções de ecossistemas, na distribuição da biomassa, em processos evolutivos e em relações entre polinizadores e dispersores. As espécies exóticas invasoras podem produzir híbridos ao cruzar com espécies nativas e eliminar genótipos originais, ocupar o espaço de espécies nativas levando-as a diminuir em abundância e extensão geográfica, além de aumentarem os riscos de extinção de populações locais.

Além disso, a Portaria SEMA n° 79/2013, que reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul, no Parágrafo único do Artigo 14, salienta que, quando da elaboração do Plano de Manejo, deverão ser previstos planos de ação para prevenção, controle, monitoramento e/ou erradicação de espécies exóticas invasoras.

Cabe salientar que o município de São Leopoldo, em legislação própria, Lei Municipal 6.463/2007 (Código Municipal de Meio Ambiente e Zoneamento Ambiental), Seção IV, Art. 101, IV, trata do tema com o seguinte texto:

“A supressão de qualquer árvore, somente será permitida, com prévia autorização do órgão ambiental do município, através de laudo emitido por técnico legalmente habilitado, quando: IV – Se tratar de espécies invasoras, tóxicas e/ou com princípios alérgicos, com propagação prejudicial comprovada”.

Após extensa pesquisa bibliográfica e exploradas cinco metodologias diferentes de análise de risco de queda em árvores urbanas e uma norma técnica, chegou-se a seguinte construção metodológica:

Tabela 23: Formulário de avaliação de risco elaborado para aplicação da metodologia proposta.

REFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LEOPOLDO SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE DEPARTAMENTO DE ARBORIZAÇÃO URBANA		
FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO PARA MANEJO ARBÓREO		
ANÁLISE/VISTORIA		
Tipo de Solicitação/N°:		
(<input type="checkbox"/>) PRESENCIAL (<input type="checkbox"/>) ONLINE DATA DA ANÁLISE/VISTORIA: ____/____/____		
LOCALIZAÇÃO DO EXEMPLAR		
Rua:		N°
Bairro:		(<input type="checkbox"/>) Área Pública (<input type="checkbox"/>) Área Privada
IDENTIFICAÇÃO DO EXEMPLAR		
Espécie:		
Nome comum:		
PARÂMETROS DECISIVOS PARA SUPRESSÃO/SUBSTITUIÇÃO		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	
1	Copa unilateral ou desequilibrada sem possibilidade de correção, com outras condicionantes	
2	Fuste inclinado com outras condicionantes	
3	Grande cavidade/podridão no fuste ou base ou rachaduras que comprometem severamente o vegetal, correspondente a 2/3	
4	Presença de erva-de-passarinho em grande porcentagem da copa ($\geq 60\%$), que comprometa severamente o vegetal	
5	Vegetal seco/morto ou em declínio acentuado	
6	Espécie exótica invasora	
7	Conflito com a área a ser edificada (Construção)	
AVALIAÇÃO DA COPA		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
8	Galhos secos/podres/quebrados	
9	Copa desequilibrada	

10	Ramos epicórmicos	
AVALIAÇÃO DO TRONCO		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
11	Fuste inclinado	
12	Cavidades	
13	Necrose/Apodrecimento	
14	Lesões e aspecto anormal da casca	
15	Injúrias Mecânicas	
16	Rachaduras transversais e/ou longitudinais	
17	Bifurcação abaixo do DAP, desproporcional em relação à altura da árvore	
18	Casca inclusa	
AVALIAÇÃO DO COLO		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
19	Cavidades	
20	Necrose/Apodrecimento	
21	Colo soterrado/ausência de neilóides	
22	Brotações epicórmicas	
AVALIAÇÃO DAS RAÍZES		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
23	Afloramento de raízes, raízes podres ou cortadas, expostas	
AVALIAÇÃO DA FITOSSANIDADE		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
24	Erva-de-passarinho	
25	Folhagem rala, coloração e tamanho anormais	
26	Infestação por insetos perfuradores/decompositores	
27	Corpo de frutificação de fungos xilófagos	
28	Outros patógenos	
29	Presença de Cancro	
AVALIAÇÃO DO ENTORNO		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
30	Galhos interferindo em Ramal Elétrico Interno	
31	Galhos interferindo em Ramal Elétrico Externo	
32	Galhos interferindo na BT Multiplex	
33	Galhos interferindo na BT Nua	

34	Galhos interferindo na MT Protegida	
35	Galhos interferindo na MT Nua	
36	Área permeável inadequada	
37	Tronco invadindo a pista	
38	Conflito com os serviços urbanos aéreos	
39	Problemas com os serviços urbanos de solo	
40	Condições de solo desfavoráveis	
41	Distância inadequada do vegetal avaliado das construções e edificações	
ADEQUAÇÃO DA ESPÉCIE		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
42	Espécie inadequada para o local	
43	Vegetal causando danos ao patrimônio público	
44	Espécie toxica ou alergênica	
45	Vegetal causando danos ao patrimônio privado	
ALVOS POTENCIAIS		
PARÂMETRO	DESCRIÇÃO	EXISTENTE
46	Redes elétricas	
47	Proximidade de benfeitorias e instalações críticas	
48	Pessoas, animais ou veículos	
49	Construções ou elementos de infraestrutura	
Outras informações relevantes		
Histórico do local: () quedas de árvores () reformas () movimentação de terra () área alagadiça		
O vegetal encontra-se em APP: SIM () Não ()		
Incidência de ventos: Direta () Indireta ()		
* Os Parâmetros n° 8 ao n° 49 não são conclusivos, servindo apenas como base para o Parecer Final.		
Observações (descritivo):		

Parecer Técnico (descritivo):
MANEJO RECOMENDADO
() SUPRESSÃO () PODA DE LIMPEZA () PODA DE CONF. LATERAL () PODA DE EQUILÍBRIO () PODA DE LEVANTAMENTO DE COPA () INDEFERIMENTO () TRANSPLANTE () PODA CORRETIVA () SUPRESSÃO C/URGÊNCIA () ANÁLISE INTERNA () ANÁLISE EM ALTURA () OUTRO: (Descritivo)
TÉCNICO RESPONSÁVEL:
Matrícula nº Cargo: Assinatura:

Fonte: autoria própria.

Durante a construção do método qualitativo de avaliação para manejo das árvores do município de São Leopoldo, para uso do Núcleo de Arborização Urbana (NAU), procurou-se atender o recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019), aliando com a avaliação de outros parâmetros que mais apareceram nas demais metodologias aqui estudadas e que se adaptavam a realidade das situações encontradas com frequência pelos técnicos do município.

Na construção do método buscou-se por avaliar: raízes, colo, copa, fuste, fitossanidade, entorno e alvo.

Abaixo, podemos constatar os parâmetros avaliados quanto a sua adequação ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019):

Tabela 24: Comparativo de adequação da metodologia desenvolvida em relação ao recomendado pela ABNT NBR 16245-3.

Parâmetros de Análise da COPA das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Galhos secos/podres/quebrados	Atende parcialmente

Copa desequilibrada, sobre a via, residências ou baixa	
Ramos epicórmicos	
Parâmetros de Análise do FUSTE das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Fuste inclinado	Atende
Cavidades	
Necrose/Apodrecimento	
Lesões e aspectos da casca	
Injúrias Mecânicas (Rachaduras transversais e longitudinais)	
Bifurcação abaixo do DAP	
Casca inclusa	
Parâmetros de Análise do COLO das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Cavidades	Atende parcialmente
Necrose/Apodrecimento	
Colo soterrado/ausência de neilóides	
Brotações epicórmicas	
Parâmetros de Análise das RAÍZES das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Afloramento de raízes, raízes podres ou cortadas	Atende parcialmente
Parâmetros de Análise da FITOSSANIDADE das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Erva-de-passarinho	Atende
Folhagem rala, coloração e tamanho anormais	
Infestação por insetos perfuradores/decompositores	
Corpo de frutificação de fungos xilófagos	
Presença de Cancro	
Parâmetros de Análise do ALVO das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Redes elétricas	Atende
Proximidade de benfeitorias e instalações críticas	
Distância do alvo à árvore menor do que a altura do fuste (pot. de danos graves)	
Distância do alvo entre altura do fuste e altura da copa (pot. de danos médios)	
Distância do alvo à árvore maior do que altura da copa (risco baixo ou inexistente)	
Parâmetros de Análise do ENTORNO das Árvores	Adequação à ABNT
Parâmetros utilizados	
Galhos da copa interferindo em Ramal Elétrico Interno	Atende parcialmente
Galhos da copa interferindo em Ramal Elétrico Externo	
Galhos da copa interferindo na BT Multiplex	

Galhos da copa interferindo na BT Nua	
Galhos da copa interferindo na MT Protegida	
Galhos da copa interferindo na MT Nua	
Área permeável	
Área permeável inadequada	
Tronco invadindo a pista	
Conflito com os serviços urbanos aéreos	
Problemas com os serviços urbanos de solo	
Condições de solo desfavoráveis	
Distância inadequada do vegetal avaliado das construções e edificações	

Fonte: autoria própria.

Em relação a copa, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado parcial. A primeira ramificação baixa em relação a altura total da árvore, casca inclusa e bifurcação abaixo do DAP serão avaliados no parâmetro fuste. Já a forquilha com processo de biodeterioração e podas grandes com processo de biodeterioração serão avaliados como galhos podres no parâmetro fitossanidade, assim como a coloração e turgência das folhas. Os sintomas de deficiência nutricional ou hídrica, que são parâmetros mais incomuns e de difícil avaliação, se constatados, poderão ser apontados no espaço disponível para observações. Embora a maioria das recomendações técnicas aparecerem para serem avaliadas em algum outro parâmetro ou poderem ser apontadas nas observações, por não aparecerem diretamente na avaliação da copa, foi considerado o atendimento ao recomendado pela norma técnica como parcial.

Em relação ao fuste, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado pleno. Fomos ainda além, incluindo a análise de necrose/apodrecimento e da bifurcação abaixo do DAP, por aparecerem nas metodologias aqui estudadas e por serem consideradas condições importantes e comumente observadas nas árvores do município.

Em relação ao colo, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado parcial devido a questões como rachaduras, injúrias e cancos serem avaliadas no parâmetro fuste. Decidiu-se por acrescentar a avaliação da existência de brotações epicórmicas conforme avaliação de Sampaio, A. C. F. et al (2010), pois apontam problemas de déficit nutricional.

Em relação às raízes, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado parcial, não pelo motivo de não terem sido avaliados os parâmetros recomendados, mas por avaliar tais parâmetros em outro momento. Neste caso, optou-se por avaliar o espaço disponível no solo em relação ao porte da árvore, como recomendado pela norma técnica, quando da avaliação do entorno, no parâmetro sobre espaço permeável e qualidade do solo.

Em relação a fitossanidade, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado pleno. A morte ou declínio do vegetal recomendado pela norma técnica à serem avaliados neste parâmetro foram avaliados como parâmetros decisivos para supressão do vegetal.

Em relação ao alvo, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado pleno. Além do recomendado, avaliamos a proximidade de benfeitorias e instalações críticas, como escola e hospitais, como avaliado na Portaria FPJ 136/2018, por considerarmos que esta situação consiste em um agravante em caso de acidentes envolvendo queda de árvore.

Em relação ao entorno, o atendimento ao recomendado pela ABNT NBR 16246-3 (2019) foi considerado parcial, pois não será avaliado neste parâmetro a velocidade do vento, o índice pluviométrico e o histórico de quedas no local. Porém, por considerar estas informações importantes, quando houver possibilidade de obtê-las, foi criado um espaço de informações adicionais, específico para elas, ao final do formulário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após extensa pesquisa concluiu-se que, embora alguns autores priorizem mais alguns aspectos na avaliação de risco e necessidade de manejo da arborização urbana em detrimento de outros, ficou bastante claro que alguns parâmetros são consenso entre os autores estudados neste trabalho, tais quais: interferência da vegetação em redes elétricas e conflitos com equipamentos urbanos; equilíbrio do fuste e copa; infestação por parasitas e doenças aparentes; existência de cavidades e podridões; condições do entorno; entre outros.

Durante a pesquisa, o que chamou atenção foi o fato de que dois autores não levaram em consideração o alvo em suas metodologias de avaliação de risco de queda de árvores. Considerando que, não havendo um risco potencial de atingir e causar danos a seres vivos ou a patrimônio, não haveria lógica de realizar quaisquer intervenções em um vegetal.

Para a construção do “Formulário de avaliação para manejo arbóreo”, buscou-se selecionar os parâmetros que mais apareceram nas metodologias e recomendação técnica estudados, dando ênfase aos potenciais alvos, pois garantir a segurança, bem como o bom convívio da população com a arborização urbana, tão necessária ao bem-estar de todos, é nosso principal objetivo.

Frente a experiência de atuação junto ao Núcleo de Arborização Urbana do município de São Leopoldo/RS, estabeleceu-se alguns parâmetros condicionantes para a supressão arbórea de forma imediata, tais como: quando a copa ou o fuste estejam desequilibrados, aliados a outras condicionantes, sem que haja possibilidade de correção; quando houver cavidade, podridão ou rachadura significativa, que comprometa severamente a estabilidade do vegetal; quando houver infestação significativa de erva-de-passarinho, visto que o município não consegue executar podas de limpeza de maneira eficiente devido à grande demanda em relação à equipe de trabalho; quando o vegetal estiver em acentuado declínio ou seco/morto; ou em conflito com edificações de forma a trazer prejuízos financeiros a população ou ao poder público.

Além disso, outro fator que indica supressão imediata é quando a espécie é categorizada como invasora, devido a legislação estadual recomendar aos municípios

fomentarem a erradicação e a substituição destas espécies, além da própria legislação municipal (Código Municipal de Meio Ambiente) recomendar o corte e, sobretudo, por sabermos que espécies exóticas invasoras se encontram entre as maiores causas de perda de biodiversidade do planeta.

Por fim, neste trabalho foram estudados métodos de avaliação e recomendações qualitativas, quantitativas e quali-quantitativas. No início, a intenção deste trabalho era elaborar um método quantitativo, adequado a realidade do nosso município, de forma a padronizar a avaliação, porém, durante o percurso, percebeu-se que avaliar o risco de queda e acidentes com árvores em meio urbano não é uma “receita de bolo” ou simplesmente “somar 2 + 2”. É necessário avaliar várias questões de ordem fitossanitária e estrutural, do entorno e, muitas vezes, de ordem socioeconômica, pois nem sempre o munícipe tem condições financeiras para realizar o manejo adequado e, de ordem psicoafetiva, pois frequentemente as pessoas tem relações de apego/amor ou rejeição/repulsa/medo com árvores do seu espaço de convivência, então, optou-se por desenvolver um método qualitativo, onde variáveis condicionantes pré-estabelecidas sirvam como mais uma ferramenta de auxílio ao técnico na tomada de decisão quanto ao manejo arbóreo mais adequado para aquele momento.

É de suma importância que a análise técnica seja eficiente, que busque a preservação do meio ambiente e a garantia de segurança patrimonial e sobretudo à vida humana, de forma que árvores, seres humanos e equipamentos urbanos possam coexistir de forma harmônica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16246-3: 2019. Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3: avaliação de risco de árvores.

BOBROWSKI, R. Problemas e distinções entre métodos de avaliação da condição geral de árvores urbanas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba - SP, v.11, n.2, p. 01-11, 2016.

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 Federal nº 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.

Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm

Acesso em: 19 de fevereiro de 2024.

BRAZOLIN, S. Biodeterioração e biomecânica das árvores urbanas. IPT S.A - Centro de Tecnologia de Recursos Florestais – **Laboratório de Preservação de Madeiras e Biodeterioração de Materiais** – São Paulo - SP, 2006. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/2450798-Biodeterioracao-e-biomecanica-das-arvores-urbanas.html>> Acesso em: 20 set. 2021.

BRUN, F.; FUCHS, R.; BRUN, E.; ARAÚJO, L. Legislações municipais do Rio Grande do Sul referentes à Arborização Urbana – Estudo de caso. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 3, n. 3, p. 44-64, 2008.

CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM SÃO LEOPOLDO NO ANO TODO. Weatherspark, 2023.

Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29690/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Leopoldo-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 05 de Jun. de 2022.

COWTER, T. W. *et al.* Mapping tree density at a global scale. **Nature**, v. 525, p.201-205, set. 2015. <http://dx.doi.org/10.1038/nature14967>.

Estado do Rio Grande do Sul. Portaria SEMA nº 79 de 31 de outubro de 2013. Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras do estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências.

Disponível em:

<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>

Acesso em 19 de fevereiro de 2024.

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

GONÇALVES, L.; MONTEIRO, P.; SANTOS, L.; MAIA, N.; ROSAL, L. Arborização Urbana: a Importância do seu Planejamento para a Qualidade de Vida nas cidades. **Ensaio Cienc.**, v. 22, n. 2, p. 128-136, 2018.

IBGE. Dados do Município de São Leopoldo, RS. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/sao-leopoldo.html>>. Acesso em: 05 de Jun. de 2022.

LUNDGREN, W.; SILVA, L. Correlação entre índices das árvores e classes sociais na cidade de Serra Talhada – PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v.8,n.4,p. 107-124, 2013.

MARTINS, L. F. V. **Análise da arborização de acompanhamento viário em uma cidade de pequeno porte: Luiziana, Paraná.** 2010. Tese (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2010.

MORAES, B.; CARVALHO, R.; FEITOSA, M.; ARAÚJO, M. O Método Expedito como estratégia de avaliação qualitativa dos Níveis de Vulnerabilidade em ambientes de zona urbana de Teresina, Piauí. **Revista Equador (EFPI)**, Vol. 5, nº 3 (Edição Especial 02), p. 500-517.

NOVAES, D.; BRUN, E.; BRUN, F. Compactação do solo em uma área livre com árvores urbanas em solos argilosos. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 38, n. 2, e 26873, 2021.

OCANHA, E. C. **Gestão do meio ambiente envolvendo UC de proteção integral: o caso de São Leopoldo/RS**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública Municipal) - Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio de Grande do Sul, 2015.

PRATES, M. Diferença de ricos e pobres se vê do espaço (e com o Google). **Revista Exame**. 2014 Disponível em: <<https://exame.com/brasil/diferenca-de-ricos-e-pobres-se-ve-do-espaco-e-com-o-google/>> Acesso em: 17 de Dez. 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO LEOPOLDO. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Plano Municipal de Gestão Ambiental (PLANGEA). São Leopoldo/RS. Volume II. Geoprospec Geologia e Projetos Ambientais. Julho, 2011.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Portaria FPJ nº 136 de 17 de julho de 2018. Secretaria Municipal de Conservação e Meio Ambiente. Fundação Parques e Jardins.

SAMPAIO, A.; DUARTE, F.; SILVA, E.; ANGELIS, B.; BLUM, C. Avaliação de árvores de risco na arborização de vias públicas de Nova Olímpia, Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba – SP, v.5, n.2, p.82-104, 2010.

São Leopoldo/RS. Lei Municipal 6.463 de 17 de dezembro de 2007. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e Zoneamento Ambiental e dá outras providências.

Disponível em:

<https://leismunicipais.com.br/a/rs/s/sao-leopoldo/lei-ordinaria/2007/647/6463/lei-ordinaria-n-6463-2007-institui-o-codigo-municipal-do-meio-ambiente-e-zoneamento-ambiental-e-da-outras-providencias>

Acesso em 19 de fevereiro de 2024.

SCHELLENBERGER, L.; ARAÚJO, A.; ARAÚJO, M.; DEINER, L.; MACHADO, G. Avaliação da condição das árvores urbanas nos principais parques e praças do município de Irati-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v. 5, n. 2, p. 105-123, 2010.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, G.; ALVES, L. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos FUCAMP**, v. 20, n. 43, p. 64-83, 2021.

TEIXEIRA, Í.; NUNES, J. Método Exedito de análise qualitativa da arborização da praça Eufrásio Correia Square, Curitiba - PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba - PR, v. 14, n. 3, p. 17-36, 2019.

WEBER, A.; BRAZOLIN, S. Avaliação de risco de queda de árvores de *Tipuana tipu* (benth.) kuntze na 'rua mais bonita do mundo', em Porto Alegre, RS, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba – PR, v.17, n.4, p. 23-40, 2022.