

AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA DE ÁRVORES DE *TIPUANA TIPU* (BENTH.) KUNTZE NA 'RUA MAIS BONITA DO MUNDO', EM PORTO ALEGRE, RS, BRASIL

FALLING RISK ASSESSMENT OF *TIPUANA TIPU* (BENTH.) KUNTZE TREES ON THE 'MOST BEAUTIFUL STREET IN THE WORLD', IN PORTO ALEGRE, RS, BRAZIL

Andrea Saldanha Weber¹ , Sérgio Brazolin² 

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o grau de risco e propor medidas de manejo para as árvores de tipuanas, que compõe o túnel verde da rua conhecida como a 'rua mais bonita do mundo', em Porto Alegre, RS. Foram avaliados 26 indivíduos escolhidos aleatoriamente, através da metodologia desenvolvida pela ISA – *International Society of Arboriculture*, em que é realizada uma avaliação não invasiva, mediante uma inspeção visual externa da árvore, a fim de quantificar e qualificar os defeitos presentes, bem como o entorno e a existência de alvos potenciais. O resultado deste estudo revelou que 16% dos indivíduos avaliados apresentaram risco de queda baixo; 42% moderado; 38% alto e 4% máximo. Após avaliação, verificou-se que 25 árvores podem ser preservadas, desde que sejam realizadas práticas de manejo, como podas, monitoramento e adequação do canteiro. Para nove indivíduos recomendou-se uma inspeção interna com uso de equipamentos a fim de melhor averiguar o risco. Para um dos indivíduos (risco máximo), foi recomendada a supressão, tendo em vista que medidas de manejo convencionais não conseguiriam reduzir significativamente o risco de queda. Este estudo revelou a necessidade de manutenção preventiva a fim de diminuir o número de acidentes envolvendo as árvores urbanas.

Palavras-chave: Arborização urbana. Avaliação visual. Manejo de árvores.

ABSTRACT

This work aims to assess the degree of risk and propose management measures for tipuana trees, which make up the green tunnel of the street known as the "most beautiful street in the world", in Porto Alegre, RS. Twenty-six randomly chosen individuals were evaluated using the methodology developed by the ISA - *International Society of Arboriculture*, in which a non-invasive assessment is carried out, through an external visual inspection of the tree, in order to quantify and qualify the defects present, as well as the surroundings and the existence of potential targets. The result of this study revealed that 16% of the individuals evaluated had a low risk of falling; 42% moderate; 38% high and 4% maximum. After evaluation, it was found that 25 trees can be preserved, provided that management practices are carried out, such as pruning, monitoring and suitability of the site. For nine individuals, an internal inspection with the use of equipment was recommended to better investigate the risk. For one of the individuals (maximum risk), suppression was recommended, considering that conventional management measures would not be able to significantly reduce the risk of falling. This study revealed the need for preventive maintenance in order to reduce the number of accidents involving urban trees.

Keywords: Urban afforestation. Visual assessment. Trees management.

Recebido em 31.08.2022 e aceito em 18.10.2022

1 Bióloga, especialista em Arborização Urbana (UNIFESP), responsável técnica da Arbo Soluções. Porto Alegre/RS. E-mail: bio.andreaweber@gmail.com

2 Biólogo, pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. São Paulo/SP. E-mail: brazolin@ipt.br

INTRODUÇÃO

É de amplo conhecimento a importância que as árvores têm, especialmente nas zonas urbanas, onde há grande número de habitantes e de equipamentos urbanos que alteram o ambiente natural.

São muitos os benefícios proporcionados pelas árvores nos ambientes urbanos: amenizam a poluição sonora e visual, proporcionam o contato do homem com a natureza; permitem condições para a manutenção e desenvolvimento da fauna e flora; ajudam no controle da temperatura; dão sombra; produzem um efeito visual harmônico, criando paisagens ímpares e trazendo benefícios psíquicos, atenuando o estresse e contribuindo para o bem-estar da população; protegem o solo, diminuindo a erosão (MARTINS; ANDRADE; ANGELIS, 2010; SCHALLENBERGER et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2013, MARTELLI, A.; SANTOS JR., A. R, 2015).

Mas, em decorrência da fragmentação de habitats e da perda das áreas verdes dentro das zonas urbanas, muitos desses benefícios podem deixar de ser oferecidos (CARVALHO; FERREIRA; SANTOS, 2019). Podemos notar que as árvores costumam ser os elementos mais afetados pela manutenção e desenvolvimento das cidades. Como exemplo podemos citar as obras públicas, como o alargamento de vias e passeios públicos e o conserto de tubulações, que afetam diretamente as raízes das árvores, que acabam sendo injuriadas ou cortadas a fim de que os equipamentos urbanos possam ser instalados ou consertados (BRAZOLIN, 2006).

Além disso, pragas e patógenos, como fungos, brocas, formigas e cupins afetam negativamente as árvores, dificultando sua sobrevivência nas cidades (ZORZENON et al., 2012). Além disso, a falta de espaço adequado tornam as árvores objeto de constantes intervenções de poda, a fim de compatibilizá-las com postes, prédios, semáforos e outros. Dessa forma, elas ficam mais sujeitas a injúrias mecânicas que podem dar início a processos de biodeterioração.

Diante de todos esses fatores, faz-se necessário o constante monitoramento e avaliação das árvores urbanas a fim de evitar acidentes envolvendo a queda ou quebra de árvores, que pode causar danos a pessoas e danos de ordem material (SAMPAIO et al., 2010). 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.

Segundo Brobowski (2010), para árvores, ainda não há níveis de risco definidos e aceitáveis, assim como existem para outras estruturas urbanas criadas pelo homem, como tubulação, fiação e pavimentação. A análise visual externa das árvores para avaliação de risco de queda, como a sugerida pela *International Society of Arboriculture* (DUNSTER et al., 2013),

apesar de ser uma referência mundial também apresenta incertezas que dificultam a tomada de decisão, valendo o inspetor de sua experiência e histórico de desempenho das espécies arbóreas na condição urbana.

Por tratar-se de organismos vivos que apresentam interações com o meio, pode-se afirmar que não existe árvore com ‘risco zero’ ou totalmente segura, especialmente nas áreas urbanas, onde estas sofrem constantes interferências com as ações humanas: podas constantes para afastamento de fiações, placas de sinalização e prédios, corte parcial de raízes para conserto e manutenção de calçamento e pavimentação, danos causados por colisões com veículos, vandalismo, solos compactados, impermeabilizados, falta de espaço para absorção de água e nutrientes, o que pode provocar uma redução no tempo de vida das árvores urbanas (EMERICK, 2021).

As árvores, como qualquer outro ser vivo, também envelhecem, ou entram em senescência, com isso, vão ficando mais frágeis e mais propensas a ocasionar acidentes. Se isso acontece em seu ambiente natural, não ocasiona nenhum problema, pois dá-se continuidade ao processo de sucessão ecológica, pois a queda de indivíduos abre clareiras para o desenvolvimento de novas espécies. Porém, nas cidades torna-se necessário o gerenciamento de risco de árvores e o estabelecimento de programas preventivos de manejo.

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.

Uma das espécies frequentemente utilizadas na arborização urbana é a *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (tipuana). Trata-se de uma espécie exótica, originária da Bolívia e norte da Argentina, porém muito cultivada no sul do Brasil, como espécie ornamental. De acordo com Silva, Vianna e Bundchen (2017), tipuanas são árvores muito comuns na composição de túneis verdes de diversas ruas, e segundo Salvi et al. (2011), esta espécie chega a representar 88,9% das árvores presentes em túneis verdes avaliados, na cidade de Porto Alegre. Segundo Brazolin (2009), esta espécie, além de apresentar significativa frequência de ocorrência da cidade de São Paulo, SP, foi caracterizada pela sua alta incidência de processos de biodeterioração causados por fungos apodrecedores e cupins subterrâneos, nas árvores adultas e antigas (com mais de 60 anos), fator associado à sua queda em eventos climáticos extremos.

No caso da Rua Gonçalo de Carvalho, as tipuanas já estão na etapa final de seu ciclo de vida, por tratar-se de indivíduos com aproximadamente 80 anos ou mais. Diante disso, o monitoramento destes indivíduos e ações preventivas e de manutenção são de suma importância.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo realizar a avaliação visual do risco de queda e propor medidas de manejo comumente adotadas na preservação e conservação das árvores de tipuana localizadas na rua Gonçalo de Carvalho, em Porto Alegre, RS, Brasil, conhecida popularmente como a ‘Rua mais bonita do mundo’, tendo em vista a importância dessa vegetação, como patrimônio verde da cidade, bem como a segurança das pessoas que transitam, residem ou visitam este local turístico da cidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, apresenta como marco zero o ponto com latitude de 30°01’59”S e longitude de 51°13’48”W, e altitude de 4 m na Praça Montevideu, no centro da cidade (SALVI et al., 2011). É reconhecida como uma metrópole bastante arborizada, sendo uma das cidades com maior índice de área verde por habitante do país, com aproximadamente um milhão de árvores apenas nas vias públicas (SILVA; VIANNA; BUNDCHEN, 2017).

Dentre as muitas ruas arborizadas de Porto Alegre, foi escolhida para o presente estudo a rua Gonçalo de Carvalho. Esta rua, ficou conhecida popularmente como a “rua mais bonita do mundo”, sendo um dos mais belos túneis verdes da cidade.

Os túneis verdes são ruas com vegetação arbórea abundante e preservada, cujas copas das árvores se tocam, formando “túneis”. Estes túneis verdes cumprem um papel importante na proteção da flora, embelezam a cidade e permitem preservar e aumentar a qualidade ambiental do município. Essas áreas são declaradas Áreas de Uso Especial pela Lei Municipal 11.292, de 05/06/2012 (PORTO ALEGRE, 2012).

Atualmente, Porto Alegre conta com cerca de 51 ruas consideradas túneis verdes. A rua Gonçalo de Carvalho, localizada no bairro Floresta, foi declarada Área de Uso Especial pelo Decreto Municipal 15.196 de 02/06/2006 (PORTO ALEGRE, 2006). Esse túnel verde é composto por diversas espécies arbóreas nativas e exóticas, como *Eugenia involucrata* DC. (cerejeira-do-mato), *Allophylus edulis* (A.St.-Hil. et al.) Hieron. ex Niederl. (chal-chal), *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna (paineira), *Ligustrum lucidum* W.T. Aiton (ligustro) e *Hovenia dulcis* Thunb. (uva-do-japão). Mas, em sua maior parte, o túnel é composto pela espécie *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (tipuana), árvores estas que, segundo informações não oficiais, foram plantadas no final da década de 1930, por trabalhadores de uma antiga cervejaria.

A espécie

A tipuana pertence à família Fabaceae, sendo uma espécie de grande porte, fuste curto, com ramos divergentes e tortuosos, que formam grandes copas. São árvores caducifólias, que podem chegar a 40 m de altura, possuem troncos com casca grossa, de cor parda-acinzentada, com sulcos e fissuras longitudinais, possui densidade da madeira variando de 630 a 750 kg/m³. As folhas são alternas, compostas, imparipinadas, podendo chegar a 22 cm de comprimento. Possuem inflorescências axilares pequenas, em racemos. As flores são amarelas, pentâmeras e hermafroditas, com cerca de 2,5 cm de diâmetro. E os frutos são do tipo sâmara, com até 7 cm de comprimento, possuindo uma a duas sementes (BACKES; IRGANG, 2004).

Análise visual do risco de queda de árvores

A análise de risco das árvores de tipuana foi realizada com base no método TRAQ (*Tree Risk Assessment Qualification*), desenvolvido pela *International Society of Arboriculture - ISA* (DUNSTER et al, 2013). Tal metodologia é válida internacionalmente para a avaliação visual de risco de queda de árvores urbanas. O método consiste numa avaliação não invasiva, feita mediante uma inspeção visual detalhada da árvore (copa, tronco e colo visível), a fim de quantificar/qualificar os defeitos existentes, bem como do seu entorno e a existência de alvos potenciais que poderão ser atingidos em caso de falha da árvore ou de suas partes (DUARTE, 2019).

A avaliação de risco realizada atende às especificações da avaliação de risco nível 2, da NBR 16246-3, que estabelece uma análise visual externa (360°) do sistema radicular visível, colo, tronco e copa das árvores. Neste nível de inspeção, podem ser utilizadas ferramentas manuais, como trena flexível, sovelas e espátulas, binóculos e martelo de borracha para a auscultação do tronco e colo, em busca de possíveis cavidades internas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

Primeiramente, foram selecionados aleatoriamente 26 indivíduos adultos de tipuanas, dentre os 100 presentes na rua Gonçalo de Carvalho, em Porto Alegre, RS. Os indivíduos tiveram sua localização geográfica inserida no aplicativo *Map Marker*, para se obter a distribuição espacial dos indivíduos ao longo da rua. Na sequência, foram coletados os dados dendrométricos dos indivíduos (CAP – circunferência a altura do peito para cálculo do DAP – diâmetro a altura do peito, DPC – diâmetro de projeção de copa, altura da primeira bifurcação e altura total). Para os indivíduos que apresentavam troncos inclinados, foi medido o ângulo de inclinação por meio do aplicativo *Angle Meter 360*. Para a medição das alturas utilizou-se o aplicativo *Clinômetro Florestal*. Também foram calculadas as áreas das copas de todos os indivíduos. Quando constatada a presença de cavidades abertas no tronco ou colo/raízes,

utilizou-se a câmera *Type-C Endoscope*, conectada ao aparelho celular *Asus Zenfone Max Pro*, para se obter imagens internas, a fim de verificar a biodeterioração de madeira e a presença de insetos xilófagos.

Em seguida, foram avaliadas as condições gerais de cada indivíduo: fatores de carga sobre a árvore (se os indivíduos estavam expostos ou protegidos do vento, e com presença ou não de epífitas ou de hemiparasitas).

Foi verificada a presença de defeitos estruturais ou alterações em cada uma das partes da árvore que poderiam contribuir para eventuais falhas, tais como, copa ou tronco em desequilíbrio, rachaduras, galhos codominantes, ligações fracas, cavidades, lesões com e sem apodrecimentos, casca inclusa, galhos mortos, compridos, ou com apodrecimento, casca morta ou caindo, presença de brocas, fungos, cupins e outros insetos, danos preexistentes causados por raios, histórico de falhas e podas anteriores, presença de cancro, galhas, tumores, forquilhas entre galhos, madeira de reação, exsudações de seiva, pouca conicidade, inclinação, ausência de neilóide, anelamento do tronco, colo enterrado, estrangulamento de colo, raízes mortas, danificadas ou apodrecidas, afloramento de raízes, restrições de meio fio, canteiro ou ausência de área livre, elevação e fissuras no solo, levantamento do passeio pelas raízes e falta de resistência do solo.

Também foram elencados os alvos potenciais que seriam atingidos em caso de queda total da árvore ou de queda de suas partes (pessoas, veículos, propriedades/edificações, rede elétrica).

A análise deu-se mediante a avaliação visual detalhada dos defeitos presentes em cada parte do vegetal e do entorno. Após a análise qualitativa geral, foi feita a categorização de risco, por meio de matrizes que relacionam as probabilidades de falha (improvável, pouco provável/possível, provável ou iminente) e de impacto (muito baixo, baixo, médio ou alto) com as consequências da falha (insignificantes, menores, significantes ou graves), conforme sugerido pela *ISA*. A graduação dos riscos, resultado das matrizes foram: baixo, moderado, alto ou máximo (DUNSTER et al., 2013).

Para a avaliação de risco das árvores, utilizou-se sempre o maior grau de risco oferecido para qualquer uma das partes do vegetal. Embora uma árvore possa oferecer risco em diferentes partes, a parte categorizada com maior risco deve ser considerada a mais importante (DUARTE, 2019).

Após a classificação do grau de risco, foram indicadas as alternativas de manejo a serem realizadas em cada vegetal a fim de diminuir ou eliminar o risco. Foram indicadas podas recomendadas na norma brasileira NBR 16246-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) e as adotadas no município de Porto Alegre, sendo: poda de limpeza (remoção dos galhos mortos, doentes ou quebrados); poda de elevação de copa (eliminação

dos galhos mais baixos, ampliando o espaço vertical da copa) e poda de equilíbrio (realinhamento do centro de gravidade da copa). A adequação de canteiro (aumento da área permeável no entorno do colo), monitoramento, supressão e replantio/substituição também foram manejos considerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características dendrométricas

A avaliação das características dendrométricas das tipuanas (Tabela 1), mostrou que a média de DAP destas árvores foi de 0,67 m e sua altura média de 21 m, o que indica que são indivíduos adultos, corroborando as informações de que foram plantadas no final da década de 1930, possuindo cerca de 82 anos. Ao longo da rua, notamos a presença de uns poucos indivíduos jovens, ainda em estágio de muda, o que indica certa preocupação na manutenção desse ‘túnel verde’, com a reposição de alguns indivíduos. Dentre os indivíduos amostrados, o indivíduo mais jovem possuía DAP de 0,22 m e altura total de 13 m, apresentando excelente condição fitossanitária, necessitando apenas de uma poda de elevação de copa.

Tabela 1. Características dendrométricas das árvores avaliadas na Rua Gonçalves de Carvalho, em Porto Alegre, RS

Table 1. Dendrometric characteristics of trees evaluated at Rua Gonçalves de Carvalho, in Porto Alegre, RS

Características dendrométricas	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
DAP (m)	0,67	0,19	0,22	1,11
DPC (m)	17	4	10	24
Altura total (m)	21	3	13	26
Altura da 1ª bifurcação (m)	2,70	0,28	2,30	3,40
Altura da copa (m)	19	3	11	23
Área da copa (m ²)	165	70	55	345

Em relação à altura da primeira bifurcação, verificou-se que a média foi de 2,70 m, o que configura um fuste curto, quando comparado à altura total média dos indivíduos (21 m). Conforme mencionado por Backes e Irgang (2004), o fuste curto é uma das características marcantes da espécie. Esse fuste curto das tipuanas possibilita a ausência ou a diminuição dos conflitos entre a parte aérea do vegetal e os ramais de energia que passam entre os ramos principais da copa, visto que os fios/cabos são instalados a aproximadamente 6 m de altura. Dentre os indivíduos avaliados, somente um apresentou contato direto entre os galhos da copa e a rede elétrica, porém, havia sido colocada uma ‘proteção’ feita em material isolante a fim de não ser necessária a remoção deste galho de grande proporção. Braga et al. (2021) frisa na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais, as árvores como o principal problema de conflito com

a rede elétrica, causando o seu desligamento em eventos climáticos extremos; já na rua Gonçalo de Carvalho há indicações de que as tipuanas foram compatibilizadas com esse equipamento urbano.

Quanto à inclinação do tronco, 85% das árvores (22 indivíduos) possuíam fuste reto (inclinação próxima de 0°) e 15% (04 indivíduos) apresentaram inclinação variando entre 17° e 46°. A inclinação é um fator importante a ser considerado na avaliação de risco de queda, tendo em vista que indivíduos com grande inclinação, tem maior probabilidade de queda, especialmente por pivotamento de raiz, devido ao grande peso, fora do eixo de equilíbrio da árvore (MATTHECK; BRELOER, 1997).

Relacionado a isso, observamos que dentre os 26 indivíduos avaliados, somente quatro (15%) possuíam uma área de copa relativamente pequena (menor de 100 m²), os demais 22 (85%) apresentavam grandes copas (com área superior a 100 m²), sendo a maior delas com 345 m². Cabe salientar que a grande maioria desses vegetais possuía uma copa desequilibrada (ou seja, fora do seu eixo de equilíbrio), com galhos crescendo na direção e sobre os prédios residenciais, o que contribui para o aumento de chances de falha da parte aérea, devido à quebra e queda de galhos de grandes proporções.

Avaliação de risco

Um dos aspectos mais importantes na avaliação de risco, é a existência de alvos em potencial. No caso da rua avaliada, os principais alvos a serem atingidos, são pessoas (moradores e transeuntes), veículos estacionados (a maioria) ou veículos que transitam na via sob a copa das árvores e, em pelo menos metade dos casos, há também a possibilidade de interrupção de serviços de energia elétrica, pois a fiação elétrica (aérea), passa em um dos lados do passeio público, bem no meio dos galhos da primeira ramificação da copa.

A taxa de ocupação da rua pode ser considerada alta; a total ocupação das vagas de estacionamento corrobora esta taxa. Além disso, essa rua é praticamente residencial, composta por prédios e condomínios, com grande fluxo de moradores. Também por ser uma rua muito 'famosa', em todas as vistorias foi possível perceber a presença de turistas tirando fotos no local, e até mesmo parando seus veículos no meio da pista, para fotografar esse símbolo da cidade de Porto Alegre. Também, uma das entradas de um importante centro comercial encontra-se nessa rua, o que contribui para o fluxo de pedestres e veículos na 'área de impacto', em caso de queda/falha das árvores. Diante desses fatores, a probabilidade de impacto, isto é, a probabilidade de uma possível falha das árvores atingir os alvos, foi considerada alta. É importante salientar que neste caso, não é viável a retirada dos alvos da zona de queda ou o isolamento da área.

Com relação aos parâmetros avaliados relativos aos defeitos ou fatores de carga presentes em cada parte das árvores, segundo a *International Society of Arboriculture* (DUNSTER et al., 2013), podemos afirmar que, na região da copa, os mais frequentes foram: presença de galhos mortos ou secos (85%), galhos codominantes (77%), copa desequilibrada (58%) e excesso de epífitas (85%). Esse conjunto de fatores e a relação entre eles podem contribuir para a ocorrência de acidentes devido à quebra de galhos da copa. Levando-se em consideração o porte destes galhos, verifica-se a necessidade de monitoramento e ações práticas para a redução dos riscos. Segundo Slater (2015), as bifurcações são informalmente categorizadas em dois tipos, considerando a relação entre os diâmetros dos dois ramos: quando um galho de menor diâmetro se une ao tronco; ou quando os dois galhos possuem diâmetros similares, também chamados de galhos codominantes. Gilman (2015) estudou a relação entre os diâmetros do galho e tronco demonstrando que uma bifurcação com a relação entre estes diâmetros próximos de 100%, como o caso de galhos codominantes, a resistência à flexão é bem inferior às bifurcações com menos de 50% de relação; isto reforça que bifurcações entre tronco e galho (não codominante) são mais resistentes.

Uma dificuldade que a metodologia de avaliação visual de risco apresentou, foi a limitação da avaliação dos galhos da copa das tipuanas, especialmente em seu terço médio e final, devido à sua altura. Mesmo com o uso de binóculos, não foi possível avaliar detalhadamente características como presença de ocos, fungos ou alterações na casca dos galhos da copa, especialmente os mais altos. Além da questão altura (distância entre os galhos e o observador), a grande quantidade de epífitas presentes dificultou a inspeção dos galhos.

As epífitas são plantas que crescem sobre outras durante alguma etapa do seu ciclo de vida, mas não as parasitam. Dentre as espécies de epífitas encontradas sobre as tipuanas objeto deste estudo, encontramos *Rhipsalis* sp. (família Cactaceae), *Microgramma* sp. (família Polypodiaceae) e *Tillandsia* sp. (família Orchidaceae), espécies muito comuns em Porto Alegre, RS. O excesso de epífitas pode acarretar o acúmulo de água, especialmente nas regiões das forquilhas, que, na presença de alguma lesão pré-existente (exposição do lenho), poderia contribuir para o processo de biodeterioração por fungos apodrecedores, para o interior do ramo ou do tronco principal, aumentando assim o risco de ruptura. Para os casos de grande quantidade de epífitas nas regiões das forquilhas entre os galhos de maior diâmetro, que representem grande acúmulo de tensões devido aos esforços do peso próprio e ação do vento, sugere-se a sua retirada, para a realização de uma inspeção detalhada, e, portanto, diminuição do risco de ruptura.

Um fator importante avaliado foi a presença e quantidade de plantas hemiparasitas, como as conhecidas genericamente por erva-de-passarinho. Estas plantas recebem este nome, porque se espalham com o auxílio de pássaros, que ingerem suas sementes e depois

as dispersam junto com as suas fezes, o que ocorre geralmente na copa das árvores (SAMPAIO et al, 2010). A erva-de-passarinho mais comum na região pertence ao gênero *Struthanthus* sp., da família Loranthaceae. Como mencionado por Leal, Bujokas e Biondi (2006) estas plantas se desenvolvem vigorosamente e podem ocupar partes ou quase a totalidade da copa, comprometendo o seu vigor, devido à competição por recursos (luz e espaço), bem como alterar as suas características estéticas (BOSCHETTI et al., 2020). Em casos graves, a infestação pode levar os hospedeiros à morte.

Em seu estudo da arborização das ruas de Curitiba, PR, Leal, Bujokas e Biondi (2006), constataram a infestação por erva-de-passarinho em 47,7% das árvores de tipuanas estudadas, ou seja, a segunda maior média, somente perdendo para *Ligustrum lucidum*, com 49,92% de infestação. Contudo, esta alta taxa de infestação não foi observada nas árvores de tipuanas, pois dentre os 26 indivíduos avaliados, somente um apresentou infestação (4%), cuja área de copa afetada era menor que 25%. Tendo em vista a baixa infestação no local, a sugestão de manejo para este caso é a realização de poda para a remoção dos galhos afetados ou somente da hemiparasita, quando possível, a fim de evitar a sua proliferação.

Quanto à análise dos defeitos presentes nos troncos das árvores de tipuana, os mais frequentes foram pequena conicidade (23%), lesões superficiais sem apodrecimentos (15%) e trechos de casca soltando-se com facilidade (31%), conforme ilustrado na Figura 1. Esses fatores não configuram defeitos estruturais graves, mas convém o monitoramento, pois na avaliação visual externa, não foi possível verificar a presença de cavidades internas ou decaimento/apodrecimento da madeira quando da inexistência de cavidades com abertura externa, conforme observado por Brazolin et al. (2014).



Figura 1. Pequena conicidade (A), casca desprendendo-se (A e B) e lesões sem apodrecimento (C)
Figure 1. Small taper (A), tree bark peeling (A and B), and lesions without rotting (C)

Com relação à presença de insetos xilófagos, como cupins subterrâneos, observou-se que cinco indivíduos (19%) apresentaram evidência da presença destes organismos no tronco ou na sua base. Segundo Brazolin (2009) a atividade ou os vestígios dos cupins subterrâneos podem ser indicativos de cavidades no interior do tronco, devido a associações entre esses insetos e o lenho pré-digerido pelos fungos apodrecedores, sendo recomendada uma avaliação interna com o uso de equipamentos não destrutivos. Em seu estudo realizado na cidade de São Paulo, encontrou 29% de tipuanas infestadas por cupins, especialmente na região do colo e tronco, e inferiu que o nível de infestação era, com certeza, maior do que o constatado. Esta mesma inferência pode ser feita para as árvores da Rua Gonçalo de Carvalho, devido à limitação da inspeção visual externa adotada para a confirmação da presença dos térmitas apenas no seu interior, sem quaisquer vestígios externos, como túneis ou insetos vivos.

Também se observou a presença de abelhas sem ferrão nos troncos de dois indivíduos (7,7%). Embora as abelhas não causem danos às árvores, elas utilizam cavidades pré-existentes para a instalação de suas colônias, portanto, sua ocorrência indica a existência de cavidade interna, mesmo que externamente o tronco pareça íntegro. Essa condição também requer monitoramento ou uma avaliação interna a fim de quantificar o tamanho da cavidade e se a mesma já representa um aumento no risco de queda por meio da ruptura do tronco.

Nas tipuanas avaliadas não foram notados corpos de frutificação de fungos apodrecedores, porém, Brazolin (2009) observou uma correlação entre o DAP e a presença de organismos xilófagos (incluindo fungos e cupins), ou seja, à medida que a árvore envelhece (e consequentemente aumenta o seu DAP), aumenta a ocorrência desses organismos xilófagos. Levando-se em conta o DAP médio de 0,67m nas tipuanas da Rua Gonçalo de Carvalho, a probabilidade de ocorrência de deterioração interna significativa (superior a 44%) causada por fungos apodrecedores e cupins subterrâneos é de 17% (BRAZOLIN, 2009), sendo, portanto, indicada a análise interna do lenho para confirmação de cavidades e risco de ruptura, como medida preventiva.

Nas 26 árvores analisadas, os principais problemas presentes na região do colo e raízes visíveis foram: seis indivíduos com colo enterrado (23%), nove com afloramento de raiz (35%), 12 com canteiro pequeno (46%) e 15 com levantamento do passeio pelas raízes (58%).

O aterramento do colo pode provocar o enfraquecimento do lenho pela progressão de processos de biodeterioração, fragilizando a região que mais suporta os esforços e carga oriundos do peso da copa e dos ventos atuantes (MATHECK; BRELOER, 1997, BRAZOLIN, 2009). Este problema pode ser oriundo já da época do plantio, pelo não nivelamento do torrão da muda com o solo do entorno da cova ou berço, mas também pode ser causado pela construção de canteiros elevados no entorno do vegetal já adulto.

O afloramento das raízes foi observado em nove árvores (35%), sendo também um problema normalmente associado a solos compactados e ao espaço deficiente de canteiro. Lima (1993) em seu estudo da arborização viária na cidade de Piracicaba - SP, também verificou que as tipuanas estavam afetando o calçamento, devido ao crescimento de raízes superficiais, limitadas pela compactação do solo e reduzida área livre. Segundo Sampaio et al. (2010), uma área diminuta de canteiro, inviabiliza a perfeita ciclagem de nutrientes e a infiltração de água. Também podemos afirmar que espaços exíguos contribuem para o aumento de risco de queda por não permitirem a expansão adequada das raízes, e, portanto, sua ancoragem no solo. Essa área no entorno da base da árvore deve possuir espaço compatível com o porte do vegetal para o desenvolvimento das raízes de sustentação e promover adequada disponibilidade de água, oxigênio e nutrientes.

Em relação à probabilidade de falha (Tabela 2), a análise dos indivíduos de tipuanas, mostrou que 18 destes (69 %) apresentam criticidade (provável e iminente) na região da copa, cinco (19%) no tronco e três (12%) no colo e raízes visíveis. Nenhum indivíduo com probabilidade iminente de falha na copa, que demandaria um manejo imediato, foi observado. Porém, encontramos 18 definidos como nível de falha provável (o segundo maior, na escala da metodologia utilizada).

Tabela 2. Relação entre a quantidade de indivíduos, região da árvore e a probabilidade de falha

Table 2. Relationship between the number of individuals, region of the tree, and the probability of failure

Probabilidade de falha	Parte da árvore – Nº de indivíduos		
	Copa e galhos	Tronco	Colo e raízes visíveis
Improvável	1	2	2
Pouco provável	7	19	21
Provável	18	4	3
Iminente	0	1	0
Total de indivíduos	26		

Esta quantidade de indivíduos com probabilidade de falha na região da copa pode ser um sinal de alerta, pois os indivíduos em questão possuem grande altura de copa (média 19 m), em sua maioria apresentam copas desequilibradas, com presença de galhos secos e alguns apodrecidos. Além disso, os galhos da primeira ramificação, eram normalmente codominantes, podendo apresentar ligações mais frágeis, quando da presença de casca inclusa. As observações feitas são corroboradas por Slater (2015) e Bobrowski (2016) que citou a base da copa ou o ponto de inserção dos galhos da copa como uma das principais áreas a serem avaliadas na mensuração de risco, devido ao maior suporte mecânico contra a ação do peso da árvore e do próprio vento. A falha nessa região poderia acarretar a queda de galhos grandes, aumentando assim o grau de risco das árvores.

Cinco indivíduos apresentaram maiores probabilidades de falha na região do tronco, sendo classificados como provável ou iminente. Em um deles, foi alcançado o grau máximo de probabilidade de falha, devido a defeitos já evidentes e graves, como presença de rachadura longitudinal estendendo-se desde o colo até próximo da zona de inserção dos galhos da copa, presença de cavidade interna (abelhas), lesões diversas no tronco e presença de ritidoma se desprendendo do lenho, estado agravado por uma copa desequilibrada, formada por apenas um grande galho e o desenvolvimento de uma figueira-mata-pau (*Ficus* sp.) junto à base da copa.

Na região do colo, apenas três indivíduos foram classificados como prováveis na análise de falha, e apresentavam levantamento de passeio pelas raízes (indicativo de raízes superficiais e possível problema de ancoramento no solo), restrição de crescimento das raízes causadas pelo meio fio e canteiro de tamanho inadequado, incompatível com o porte (Figura 2). Segundo Bobrowski (2016), a base do tronco é uma das regiões com maior probabilidade de ruptura, associado ao peso da árvore e força do vento. Logo, defeitos nessa região, podem evidenciar maior risco de queda.



Figura 2. Árvores que apresentam raízes superficiais (A e C), canteiro de tamanho incompatível com o porte do vegetal (B) e levantamento do piso devido às raízes (B e C)

Figure 2. Trees that have superficial roots (A and C), size of the bed incompatible with the size of the tree (B) and ground lift due to roots (B and C)

Quanto ao risco geral, o estudo das árvores da espécie tipuana, da Rua Gonçalo de Carvalho, em Porto Alegre, RS, revelou que dentre os 26 indivíduos avaliados, 15% apresentam risco baixo, isto é, quatro indivíduos; 42% (11 indivíduos) risco moderado; 39% (10 indivíduos) risco alto e 4% (um indivíduo) risco máximo. Porém, o fato de diversos indivíduos apresentarem risco alto, não indica necessariamente a necessidade de supressão destes indivíduos históricos.

A Tabela 3 destaca os manejos recomendados para as tipuanas, com o objetivo de diminuir ou eliminar o risco de queda dos exemplares ou de suas partes.

Tabela 3. Manejos sugeridos para a minimização dos riscos encontrados e quantidade de indivíduos a serem manejados

Table 3. Suggested management practices to minimize the risks encountered and the number of individuals to be managed.

Manejos sugeridos	Número de Indivíduos
EC	1
PL+PE+II	2
PE+II	2
PL	3
PL+RE+II	1
PL+RE+AC	1
PL+AC	1
PL+PE	5
PL+II	1
PL+RE+AC	1
PL+MO+II	2
PL+RE+MO	1
PL+PE+AC+MO	1
PL+PE+AC+MO	2
SS	1
Total de indivíduos	26

Legenda: elevação de copa (EC), poda de limpeza (PL), poda de equilíbrio (PE), necessária inspeção interna (II), remoção do excesso de epífitas (RE), adequação de canteiro (AC), monitoramento (MO), supressão e substituição (SS)

Como observado na tabela acima, diversos indivíduos necessitam de manejos combinados, para o adequado gerenciamento e diminuição dos riscos encontrados. Com base nos manejos sugeridos, fica clara a necessidade de um programa de manejo preventivo, com menor periodicidade de atuação, antecipando períodos do ano em que ocorrem eventos climáticos extremos, com grandes rajadas de vento – esforços solicitantes associados à queda de árvores (MATHECK; BRELOER, 1997; BRAZOLIN, 2009).

Para seis indivíduos (23%), faz-se necessária a adequação de canteiro, a fim de aumentar a área permeável no seu entorno, para melhorar a absorção de água, nutrientes e permitir melhor acomodação das raízes.

Apenas um deles (4%) deverá sofrer poda de elevação de copa, a fim de aumentar a distância vertical entre o solo e a copa, este é o indivíduo mais jovem, dentre os avaliados, que apresenta boas condições gerais, porém possui galhos pendentes que quase alcançam os transeuntes.

Para quatro exemplares (15%) é indicado o monitoramento, para acompanhar lesões ou defeitos presentes (como inclinação acentuada do vegetal, presença de cupins no tronco e casca soltando-se, histórico de queda de galhos de grande porte, com apodrecimento dos tocos remanescentes, brotação epicórmicas e profundas reentrâncias no tronco, formando cavidades) a fim de se adotar medidas para a redução do risco.

Para nove árvores (35%) foi indicada uma análise complementar de nível 3 - inspeção interna - segundo a norma NBR ABNT 16246-3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019) do tronco ou da área de inserção dos galhos da primeira ramificação. Tal

sugestão deve-se às limitações encontradas na avaliação visual, mas também à presença de alguns indícios de fragilidades nesses pontos, como cavidades com apodrecimento (Figura 3). Para os mesmos indivíduos foram indicados manejos complementares para diminuição dos riscos efetivamente observados na ocasião.



Figura 3. Vista geral indicando o ponto crítico, com apodrecimento avançando para o interior do tronco, imagens internas da madeira decomposta

Figure 3. General view indicating the critical point, with decay advancing into the trunk, internal images of the decomposed wood

A poda de equilíbrio realizada unilateralmente a fim de nivelar ambos os lados da copa, foi recomendada para 12 indivíduos (46%); tal manejo diminui o peso e as forças atuantes de modo desigual sobre os galhos da base da copa.

Para a grande maioria das árvores (21 indivíduos, 81% do total) foi indicada a poda de limpeza a fim de remover ramos secos, mortos, apodrecidos, rachados ou já pendurados na copa, para evitar acidentes oriundos da queda ou quebra destes galhos. No caso de quatro indivíduos (15%) foi indicada também a remoção do excesso de epífitas sobre os galhos da base da copa a fim de melhorar a visibilidade e possibilitar a sua avaliação e acompanhamento. Esse manejo também foi indicado para diminuir o peso sobre esses galhos e o acúmulo de água potencializado pela presença dessas plantas.

Por fim, para um indivíduo, classificado como grau de risco máximo, que apresentava defeitos graves e extensos, como presença de colmeia de abelhas sem ferrão no interior do tronco (indicativo de cavidade interna), rachadura extensa no tronco (desde o colo até próximo da primeira bifurcação da copa), copa formada por um único galho de grande porte (desequilibrando todo o indivíduo), o manejo sugerido foi a supressão e a sua substituição por outro indivíduo da mesma espécie.

Embora a Resolução COMAM nº 05/2006, isto é, o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre (PORTO ALEGRE, 2006), em seu Art. 7º, indique o uso preferencial de espécies nativas regionais para os projetos de arborização, a substituição deste indivíduo com elevado grau de risco por outro da mesma espécie serviria como uma ação para a renovação e

manutenção do túnel verde da rua Gonçalo de Carvalho, que já possui árvores antigas, mas que é um dos pontos turísticos mais importantes da cidade.

CONCLUSÕES

Com base na metodologia de análise visual externa das árvores de tipuana da rua Gonçalo de Carvalho, a constatação de risco alto e máximo em 11 exemplares (41%) e os manejos sugeridos para sua preservação e a segurança das pessoas indicaram a necessidade de implementação um programa de manejo preventivo, com menor periodicidade de atuação.

Das 26 árvores, apenas uma apresentava evidências objetivas de risco de ruptura do tronco e queda, sendo sugerida sua supressão. Para nove árvores houve a indicação de uso de equipamentos e técnicas não destrutivas para avaliação de defeitos, como cavidades e apodrecimentos no interior do tronco, para maior assertividade da decisão de supressão ou manutenção e monitoramento periódico. Para o restante dos exemplares, práticas comuns de manejo foram sugeridas, como poda de limpeza, de equilíbrio e emergenciais, adequação de canteiros e remoção de hemiparasitas (erva-de-passarinho).

Também foram constatadas práticas de manejo não adequadas ou ação antrópica não autorizada, como podas inadequadas com remanescentes de tocos e canteiros restritos, que podem agravar o risco de queda das árvores a longo prazo.

Portanto, é de suma importância o planejamento da arborização e o gerenciamento de riscos das árvores urbanas, a fim de que seus habitantes desfrutem plenamente dos benefícios que as árvores podem trazer.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16246-1. **Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 1 – Podas**. 2013. p. 1-14.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16246-3: **Florestas Urbanas – Manejo de árvores, arbustos e outras plantas lenhosas. Parte 3- Avaliação de risco de árvores**. 2019. p. 1-14.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores Cultivadas no Sul do Brasil**: Guia de Identificação e Interesse Paisagístico das Principais Espécies Exóticas. Porto Alegre. Instituto Souza Cruz, 2004. 207p.

BOSCHETTI, A.C. Distribución espacial de la infestación hemiparásita de Loranthaceae en el arbolado urbano en Blumenau, SC, Brasil. **Terra Plural**, Ponta Grossa, v.14, p. 1-14, 2020.

BRAGA, R. M. et al. Interaction Between Energy Distribution Systems and Urban Afforestation in the Metropolitan Region of Belo Horizonte. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 28, n.1, , p. 2-8, 2021.

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://silos.tips/download/biodeterioracao-e-biomecanica-das-arvores-urbanas>>. Acesso em: 20 set. 2021.

BRAZOLIN, S. **Biodeterioração, anatomia do lenho e análise de risco de queda de árvores de tipuana, Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze, nos passeios públicos da cidade de São Paulo, SP**. 2009. 265 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

BRAZOLIN, S.; TOMAZELLO FILHO, M.; YOJO, T.; OLIVEIRA NETO, M. A.; ALBUQUERQUE, A. R.; SETTE JÚNIOR, C. R. Propriedades físico-mecânicas do lenho deteriorado por fungos apodrecedores de árvores de Tipuana tipu. **Cerne**, v. 20, p.183–190. 2014.

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

CARVALHO, A. L. P.; FERREIRA, D.; SANTOS, M. C. M. P. N. Análise de risco de queda de árvores: *Tilia tomentosa* Moench. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 14, n. 3, p. 01–16, 2019.

DUARTE, P.G.S. **Comparação de métodos de análises de risco de queda de árvores urbanas: eficiência técnica, ergonômica e econômica**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2019. 89 p.

DUNSTER, J. A.; SMILEY, E.T. ; MATHENY, N. ; LILI, S. **Tree Risk Assesment Manual**. Champaign, Illinois. International Society of Arboriculture, 2013.

EMERICK, T. G. **Risco de queda de árvores urbanas: a associação entre os parâmetros da análise visual, tomografias e ocorrência de queda**. 2021. 134 p. Dissertação (para obtenção do título Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

GILMAN, E. F. Pruning severity and crown position influence aspect ratio change. **Journal of Arboriculture and Urban Forestry**, v.41, p. 69-74, 2015.

LEAL, L.; BUJOKAS, W. M.; BIONDI, D. Análise da infestação de erva-de-passarinho na arborização urbana de ruas de Curitiba, PR. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 3, p. 323-330, 2006.

LIMA, A.M.L.P. **Piracicaba/SP: análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 238 p., 1993.

MARTELLI, A.; SANTOS JR., A. R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM / Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1018-1031, 2015. MARTINS, L. F. V.;

ANDRADE, H. H. B.; ANGELIS, B. L. D. Relação entre podas e aspectos fitossanitários em árvores urbanas na cidade de Luiziana, Paraná. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 5, n. 4, p. 141–155, 2010.

MATTHECK, C. ; BRELOER, R.C. **The body language of trees: a handbook for failure analysis**. London: The Stationery Office, 1997. 239 p.

OLIVEIRA, A. S.; SANCHES, L.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Benefícios da arborização em praças urbanas – o caso de Cuiabá/MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, n. 9, p. 1900-1915, 2013.

PORTO ALEGRE. **Decreto Municipal nº 15.196, de 2 de junho de 2006**. Declara a Rua Gonçalo de Carvalho Patrimônio Cultural, Histórico e Ecológico de Porto Alegre. Diário Oficial de Porto Alegre, Porto Alegre, 7 Jun 2006. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000028711.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em 27 dez. 2021.

PORTO ALEGRE. **Resolução COMAM nº 05, de 28 de setembro de 2006**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre. p. 1-10. Disponível em <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/resolucao_5_comam_republicacao_final.pdf> Acesso em 4/02/2022.

PORTO ALEGRE. **Lei Municipal nº 11.292, de 5 de junho de 2012**. Declara como áreas de uso especial os logradouros públicos considerados Túneis Verdes, com base no art. 51 da Lei Estadual nº 11.520, de 3 de agosto de 2000 – Código Estadual do Meio Ambiente –, e no art. 86 da Lei Complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999 – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental –, e alterações posteriores, e em atendimento aos arts. 236, § 1º, V, 242, caput, e 243 da Lei Orgânica do Município de Porto Alegre, e dá outras providências. Diário Oficial de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, 10 Jun 2012. Disponível em: <<http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi-bin/nph-brs?s1=000033123.DOCN.&l=20&u=/netahtml/sirel/simples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>>. Acesso em 27 dez. 2021.

SALVI, L. T.; HARD, L. P. A.; ROVEDDER, C. E.; FONTANA, C. S. Arborização ao longo de ruas – túneis verdes – em Porto Alegre, RS, Brasil: Avaliação quantitativa e qualitativa. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.2, p.233-243, 2011.

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

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

SILVA, J. S.; VIANNA K. R.; BUNDCHEN, M. Diagnóstico qualitativo e quantitativo da vegetação arbórea da Praça dos Açorianos, Porto Alegre, RS. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, v.4, n.2, Edição Especial, p. 208-221, 2017.

SLATER, D. **The anatomy and biomechanical properties of bifurcation in Hazel (Corylus avellina L.)**. Tese (Doutorado). University of Manchester, Faculty of Life Science, 2015. 262p.

ZORZENON, F. J.; CAMPOS, A. E. C.; JUSTI JÚNIOR, J.; POTENZA, M. R. **Principais pragas da arborização urbana III: insetos broqueadores (brocas)**. São Paulo: Instituto Biológico, 2012. (Comunicado técnico, 171).