



## **AVALIAÇÃO DE RISCO DE QUEDA EM ÁRVORES URBANAS NO PARQUE ESTADUAL DE DOIS IRMÃOS**

**Beatriz Elis de Souza Carlos<sup>1\*</sup>, Maria Carolina Cordeiro Sayegh<sup>1</sup>, Everaldo Marques de Lima Neto<sup>1</sup>**

Universidade Federal Rural de Pernambuco<sup>1</sup>

\* beatrizelisouza@gmail.com

### **RESUMO**

A avaliação de risco de queda em árvores urbanas é essencial para prevenir acidentes e garantir a segurança de pessoas e da fauna em áreas de uso público. Este estudo teve como objetivo realizar uma análise visual do risco de queda de indivíduos arbóreos localizados no zoológico do Parque Estadual de Dois Irmãos (PEDI), no Recife-PE. Foram analisadas quatro árvores por meio de metodologia baseada na avaliação visual proposta por Seitz (2005) e Maria (2021). Os dados coletados incluíram altura, diâmetro do fuste, área de copa e sinais visuais de comprometimento estrutural. A classificação do risco considerou a probabilidade de falha, o impacto da queda e os efeitos colaterais. Dois indivíduos apresentaram risco extremo, recomendando-se remoção ou intervenção imediata, enquanto os demais foram classificados com risco alto, exigindo monitoramento e manejo contínuos. Os principais fatores associados ao risco incluíram presença de cavidades, copa desequilibrada, cupins e brotações epicórmicas. Os resultados ressaltam a importância da gestão preventiva da arborização urbana, sobretudo em espaços de grande circulação pública. Em locais como o PEDI, o manejo técnico adequado das árvores é fundamental para equilibrar conservação ambiental, bem-estar animal e segurança de visitantes.

*Palavras-chave:* silvicultura urbana; probabilidade de queda; gestão preventiva

### **INTRODUÇÃO**

A avaliação do risco de queda de árvores urbanas é fundamental para a segurança da população e preservação da infraestrutura. Segundo Seitz (2005), uma “árvore de risco” apresenta defeitos estruturais que podem causar acidentes, resultado da interação entre fragilidades internas e fatores ambientais como ventos fortes, solo encharcado e podas incorretas. Sua metodologia, amplamente utilizada no Brasil, propõe a avaliação sistemática das três frações principais da árvore: copa, tronco e base.

A NBR 16246-3 (ABNT, 2019) contribui para a normatização da avaliação de risco, oferecendo critérios objetivos e orientações de manejo. De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2022), os principais fatores de risco envolvem problemas nas raízes, defeitos no tronco e desequilíbrio na copa, que, combinados com eventos climáticos extremos, aumentam o risco de quedas.

Cidades com arborização antiga, como Recife, enfrentam agravantes como podas drásticas, calçadas concretadas e escolha inadequada de espécies, o que aumenta significativamente o risco de queda, principalmente durante eventos extremos (SANTOS, 2021). Um exemplo é o Parque Estadual de Dois Irmãos, cuja arborização, iniciada em 1916, carece de manejo sistemático. A ausência de manutenção tem provocado quedas de galhos e árvores, ameaçando visitantes, fauna e trabalhadores.

Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo avaliar visualmente o risco de queda de indivíduos arbóreos localizados nas áreas de circulação e recintos do zoológico do Parque, visando subsidiar ações preventivas e garantir a segurança de visitantes e da fauna cativa.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizadas análises visuais de risco de queda em indivíduos arbóreos localizados no entorno da área administrativa e no interior de recintos do zoológico do PEDI, em Recife-PE com aproximadamente 14 hectares (RODRIGUES *et al.*, 2022), nos meses de agosto e setembro de 2024. A metodologia empregada na análise seguiu os preceitos da avaliação visual de risco, conforme descrito por Maria (2021) e complementado pelas diretrizes técnicas de Seitz (2005). Os dados foram obtidos por meio de inspeção direta, medições dendrométricas e preenchimento de ficha técnica adaptada da metodologia proposta por Maria (2021), com base no USDA (1993) e ISA (2001).

A identificação botânica dos indivíduos foi realizada em campo com base no reconhecimento morfológico dos indivíduos e no conhecimento técnico dos avaliadores, sendo posteriormente validada por meio de material fotográfico e consulta à base de dados do Flora do Brasil (REFLORA, 2025). As espécies foram classificadas quanto à nomenclatura científica, origem (nativa ou exótica) e porte.

As variáveis mensuradas incluíram altura do indivíduo (h), diâmetro à altura do peito (DAP, ou Ø), altura da bifurcação (hbif) e área de copa (Cp). A altura foi estimada por relações trigonométricas visuais, enquanto o DAP foi obtido a 1,30 m do solo, utilizando-se fita métrica para conversão da circunferência. A altura de bifurcação foi medida com trena de 10 metros. Para determinação da área de copa, foram realizadas quatro medições radiais (R1, R2, R3 e R4), partindo do eixo central da árvore até a ponta da copa. O diâmetro médio da copa (MCp) foi calculado pela média aritmética desses valores. A área média de copa (AMCp) foi então determinada com base nas equações a seguir: da área do círculo:  $A = \pi \times (MCp/2)^2$ , conforme recomendações de mensuração urbana para inventários florísticos:

$$(1) \quad Cp1 = (R1 + R3) \quad Cp2 = (R2 + R4)$$

$$(2) \quad MCp = \frac{(Cp1) + (Cp2)}{2}$$

$$(3) \quad AMCp = \frac{(\pi * MCp^2)}{4}$$

em que: (1) Fórmulas para o cálculo dos diâmetros perpendiculares da copa; (2) Diâmetro médio da copa e (3) Área média da copa.

A classificação do risco de queda foi realizada com base na metodologia de Maria (2021), adaptada do USDA (1993) ISA (2001), que avaliou a árvore por três componentes: (i) probabilidade de falha da árvore, (ii) impacto da queda sobre os alvos e (iii) efeitos colaterais. A probabilidade de falha foi calculada com base na soma ponderada dos problemas visuais identificados na copa, tronco e base/colo, com pesos de 0,2, 0,4 e 0,4, respectivamente. A pontuação obtida foi classificada como improvável (0 a 0,9), possível (1,0 a 1,9), provável (2,0 a 2,9) e elevado (3,0 a 4,0).

As falhas foram identificadas com base em critérios técnicos padronizados, como presença de galhos secos, brotações epicórmicas, inclinação superior a 10°, lesões extensas, cavidades profundas, presença de cupins, fungos, desequilíbrio da copa, raízes superficiais e sinais de podas inadequadas. Outros elementos considerados incluíram galhas, rachaduras, forquilhas codominantes e parasitismo por erva-de-passarinho. A classificação dos alvos levou em conta a frequência de circulação humana na área ao redor da árvore, sendo categorizada como: baixa frequência (vias locais com pouco movimento), média frequência (acessos secundários a áreas comerciais e escolares) e alta frequência (vias principais, recintos, passagens e áreas de grande fluxo de visitantes).

Os efeitos colaterais foram definidos conforme o uso do solo ao redor da árvore, como ruas comerciais, pontos de ônibus, áreas residenciais ou ausência de edificações. A combinação entre a probabilidade de falha, o impacto dos alvos e os efeitos colaterais gerou uma pontuação final de risco, classificada em quatro níveis: baixo (3–5 pontos), médio (6–8), alto (9–11) e extremo (12–15).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados quatro indivíduos arbóreos localizados no Parque, distribuídos entre áreas de circulação interna, recintos e vias de acesso. As espécies analisadas foram *Tapirira guianensis* Aubl., *Inga vera* Willd. e *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (dois exemplares). Os dados dendrométricos, valores da probabilidade de falha (Pf), impacto da queda, efeitos colaterais e a classificação final do risco estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização dos indivíduos arbóreos avaliados quanto ao risco de queda

Indivíduo	h	Ø	Cp	Pf	Impacto	Efeitos Colaterais	Class. dos Alvos
<i>T. guianensis</i>	>15	75,75	60,48	3,2 (ELV)	Extremo	Área de recinto	Extremo
<i>I. vera</i>	>8	109	25,45	2,5 (PRO)	Médio	Rua Comercial	Alto
<i>C. pentandra</i> 1	>12	43,29	78,54	3,6 (ELV)	Extremo	Zona Mista	Extremo
<i>C. penandra</i> 2	>12	41,38	57,28	2,6 (PRO)	Alto	Zona Mista	Alto

Legenda: h, altura total estimada da árvore (m); Ø, diâmetro do fuste à altura do peito (cm); Cp, área de copa (m²); Pf, probabilidade de falha (IMP: improvável; POS: possível; PRO: provável; ELV: elevado); Efeitos Colaterais, tipo de uso do solo ao redor da árvore; Class. dos Alvos, frequência de circulação humana/animal.

Os valores de probabilidade de falha oscilaram entre 2,5 e 3,6, sendo classificados como “provável” e “elevado”. Os principais fatores observados para essas pontuações incluíram galhos secos, brotações epicórmicas, inclinação superior a 10°, presença de cupins, cavidades profundas e desequilíbrio da copa, evidenciando um comprometimento estrutural relevante. A presença de pragas, como insetos xilófagos, e de doenças pode acelerar o processo de deterioração do lenho e aumentar significativamente o risco de queda em árvores urbanas, especialmente quando associada a fatores estruturais já comprometidos, favorecendo o surgimento de ocos e podridões que podem culminar na morte do indivíduo (CUNHA FILHO; MURIBECA, 2022).

Com relação ao impacto da queda, três indivíduos estavam localizados em áreas de alta frequência de circulação de pessoas ou próximas a recintos de fauna, o que contribuiu significativamente para a elevação do nível de risco. A presença de árvores com instabilidade estrutural em locais com grande fluxo de pedestres representa uma ameaça direta à integridade física e à vida humana. A existência de árvores instáveis em áreas de uso coletivo e circulação constante potencializa os impactos de acidentes, tornando essencial a implementação de manejos preventivos baseados em diagnósticos técnicos criteriosos (SILVA; MORAES, 2021). Em dois casos analisados (*T. guianensis* e *C. pentandra*), o risco foi classificado como extremo, recomendando-se a remoção imediata ou intervenção emergencial. Nos outros dois casos, o risco foi classificado como alto, exigindo monitoramento frequente, podas corretivas e, se necessário, substituição gradativa.

As espécies *T. guianensis* e *I. vera* são classificadas como árvores nativas presentes no PEDI, compondo a flora característica da Mata Atlântica, inserida no domínio fitogeográfico da Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (NASCIMENTO *et al.*, 2024). De acordo com o Flora do Brasil (2024), *C. pentandra* é uma espécie nativa da Amazônia, sendo considerada exótica no domínio da Mata Atlântica. Apesar disso, trata-se de uma árvore de grande porte, com potencial ecológico relevante. Suas flores são polinizadas por morcegos e insetos, enquanto suas sementes, envoltas em paina, são dispersas pelo vento, favorecendo a regeneração natural (EMBRAPA, 2008). No entanto, em áreas urbanas, a dispersão da “paina” pode se tornar problemática, uma vez que essa fibra tende a se acumular em calçadas e estruturas de drenagem, ocasionando transtornos visuais, operacionais e potenciais incômodos à população. No caso específico do Parque, o indivíduo de *C. pentandra* está localizado dentro do recinto de jabutis, o que exige atenção especial durante o período de dispersão das sementes. Nessa fase, a limpeza é realizada de forma contínua, com o objetivo de evitar tanto impactos visuais negativos para os visitantes quanto riscos de ingestão acidental da paina pelos animais mantidos no recinto.

## CONCLUSÕES

Dentre os indivíduos avaliados, dois apresentaram risco extremo de queda, exigindo ações imediatas como a remoção controlada e o plantio compensatório com espécies nativas. Os demais foram classificados com risco alto, recomendando-se monitoramento contínuo e podas de correção ou limpeza. A aplicação da metodologia de avaliação visual permitiu identificar o grau de comprometimento estrutural de indivíduos arbóreos localizados em áreas de alta circulação do Parque Estadual de Dois Irmãos. A partir da análise de parâmetros dendrométricos e estruturais, associada à classificação dos alvos e efeitos colaterais, foi possível atribuir níveis de risco que embasaram recomendações de manejo adequadas para cada situação.

A utilização de critérios visuais padronizados, aliada ao uso de fichas técnicas, demonstrou ser uma ferramenta acessível e eficiente para subsidiar decisões em ambientes urbanos e institucionais. A continuidade das avaliações periódicas e o planejamento integrado da arborização são essenciais para garantir a segurança dos visitantes, a integridade da fauna, especialmente a fauna em cativeiro presente nos recintos do zoológico, o controle do crescimento e da saúde dos indivíduos arbóreos, a valorização estética do espaço e a manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelas árvores em unidades de conservação urbanas.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16246-3: Podas de árvores — Parte 3: Avaliação de risco em árvores. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

CUNHA FILHO, Paulo Brabo; MURIBECA, Patrícia Ferreira. **Avaliação das árvores de risco do Parque João Coelho, localizado na Praça da República, Belém-Pará**. 63 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Belém, PA, 2022.

EMBRAPA. *Ceiba pentandra* (Sumaúma). In: CARVALHO, P. E. R. (Org.). Espécies Arbóreas Brasileiras. Vol.

3. Brasília: **Embrapa Florestas**, 2008. p. 485–493. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355099/54244086/Especies+Arb%C3%B3reas+Brasileiras+vol+3>

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Por que as árvores caem?** Nota Técnica. São Paulo: IPT, 10 maio 2022. Disponível em: <https://ipt.br/2022/05/10/por-que-as-arvores-caem-nota-tecnica/>. Acesso em: 27 maio 2025.

ISA - INTERNATIONAL SOCIETY OF ARBORICULTURE. **Why Topping Hurts Trees**. 2017.

MARIA, Tamara Ribeiro Botelho de Carvalho. **Influência da poda no risco de queda da arborização urbana de Itanhaém – SP**. 2021. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Curitiba, 2021.

NASCIMENTO, L. M. do; AGUIAR, M. M. B. de; RODRIGUES, L. dos S.; FRANÇA, P. H. T. de; CHAGAS, M. A. das; MELO, V. L. M.; LINS-E-SILVA, A. C. B. Floristic diversity of an urban protected area of Atlantic Forest in Northeast Brazil: Dois Irmãos State Park, Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 75, p. e00072022, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/BkQr7cFwLRfDR8c4Wzqp8Gt/?lang=en>. Acesso em: 13 maio 2025.

REFLORA - Flora do Brasil 2020. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2025.

SEITZ, R. A. **Avaliação visual de árvores de risco**. Curitiba: FUPEF/SBAU, 2005. 26 p.

SILVA, Denisson Coelho da; MORAES, Bergson Cavalcanti de. **Avaliação de risco de queda de árvores no Museu Parque Seringal, no município de Ananindeua-Pará**. In: SILVA, Maria de Fátima Vilhena da; SILVA JÚNIOR, João de Athaydes; PIMENTEL, Márcia Aparecida da Silva (org.). Riscos e desastres naturais na Amazônia: I Webinar PPGRD – UFPA. Belém: Even3 Publicações, 2021. p. 49–64.

RODRIGUES, M. F.; FALBO, P. R. C.; LINS E SILVA, A. C. B. **Plano de Manejo: Parque Estadual de Dois Irmãos**. 2. ed. Recife: SEMAS, 2022.

SANTOS, É. D. Gestão da arborização urbana: estudo de caso do bairro de Casa Forte – Recife/PE. 2021. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

USDA – UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Urban Tree Risk Management: A Community Guide to Program Design and Implementation**. Minessota, USDA Forest Service, 1992, 204 p.