



utad

UNIVERSIDADE
DE TRÁS-OS-MONTES
E ALTO DOURO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERNACIONAL EM FLORESTAS URBANAS

RAFAEL ESPOSITO ALTOÉ

**AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA AVENIDA NOSSA SENHORA DA
PENHA, VITÓRIA – ES**

SEROPÉDICA
2026





RAFAEL ESPOSITO ALTOÉ

AVALIAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA DA AVENIDA NOSSA SENHORA DA
PENHA, VITÓRIA – ES

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação (*Lato Sensu*) em Floresta Urbana da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista em Florestas Urbanas.

Orientador(a): Dr. João Vicente de Figueiredo Latorraca.

SEROPÉDICA
2026

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro

Ficha catalográfica elaborada
Com os dados fornecidos pelo autor

E465a Esposito Altoé, Rafael, 1986-
 Avaliação da arborização urbana da Avenida Nossa
Senhora da Penha, Vitória – ES / Rafael Esposito Altoé.
- Seropédica, 2026.
 49 f.

 Orientador: João Vicente de Figueiredo Latorraca.
Trabalho de conclusão de curso(Graduação). --
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós
Graduação em Florestas Urbanas, 2026.

 1. gestão de árvores, risco, queda, floresta
urbana, inventário arbóreo. I. Vicente de Figueiredo
Latorraca, João, -, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Pós-Graduação em Florestas
Urbanas III. Título.

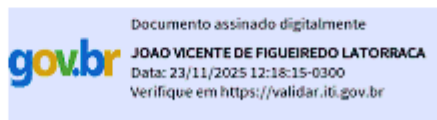
É permitida a cópia parcial ou total desta TFC/Dissertação/Tese, desde que seja citada a
fonte

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
UNIVERSIDADE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERNACIONAL EM FLORESTAS URBANAS

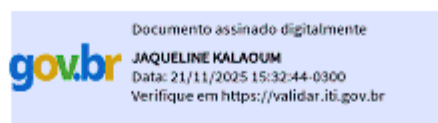
Termo de aprovação da defesa de Monografia de **RAFAEL ESPOSITO ALTOÉ**.

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

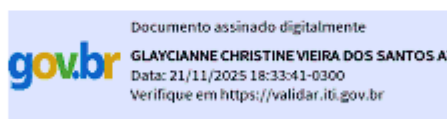
MONOGRAFIA APROVADA EM 21/11/2025



João Vicente de Figueiredo Latorraca
Presidente



Jaqueline Kalaoum
Primeiro Examinador



Glaycianne Christine Vieira dos Santos Ataíde
Segundo Examinador

RESUMO

ALTOÉ, RAFAEL ESPOSITO. **Avaliação da arborização urbana da avenida nossa senhora da Penha, Vitória – ES.** 2025. 40 p. Trabalho Final de Curso em Especialização - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Seropédica, 2025.

A arborização urbana compõe a paisagem da cidade e, esta paisagem, oferece múltiplos serviços ecossistêmicos, como regulação térmica, melhoria da qualidade do ar, sequestro de carbono, redução de ruído e aumento da biodiversidade, além de promover melhores condições para a sociedade. Entretanto, as árvores são diretamente afetadas pelas intervenções urbanas e podem oferecer riscos caso não haja acompanhamento de seu desenvolvimento no decorrer do tempo. Instrumentos como inventários arbóreos e avaliações de risco tornam-se essenciais para orientar decisões técnicas e embasar políticas públicas para o melhor manejo da arborização urbana. Visando maximizar o conhecimento sobre a arborização urbana no município de Vitória, o objetivo do trabalho foi realizar o inventário da arborização urbana presente na Avenida Nossa Senhora da Penha, no sentido centro de Vitória-ES, afim de diagnosticar os indivíduos arbóreos. O estudo foi realizado na Avenida Nossa Senhora da Penha, no sentido centro de Vitória, e consistiu na identificação de cada indivíduo arbóreo e, posteriormente, na aferição dos parâmetros dendrométricos, bem como na avaliação da condição fitossanitária, qualificação, avaliação do entorno e análise de risco de queda. Para coleta de dados foi utilizado o aplicativo Arbosis® – Sistema de Diagnóstico e Gestão de Árvores. Foram identificados 71 indivíduos, entre árvores e palmeiras, pertencentes a 12 espécies. O DAP médio foi de 24,8 cm, altura média 7,08 m e a cobertura total de 2.371,85 m². A análise de risco indicou que 46,48% das árvores apresentam baixo risco de queda, 32,21% com risco moderado, 15,49% com risco alto e 2,82% com risco extremo. Tal avaliação permite a gestão adequada do poder público, utilizando ferramentas e recursos técnicos que promovam o melhor desenvolvimento das árvores localizadas na Avenida Nossa Senhora da Penha.

Palavras-chave: gestão de árvores, risco, queda, floresta urbana, inventário arbóreo.

ABSTRACT

ALTOÉ, RAFAEL ESPOSITO. Urban Tree Assessment Nossa Senhora da Penha Avenue, Vitória - ES. 2025. 40 p. Final Course Project in Specialization. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro and Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro, Seropédica, RJ. 2025.

Urban tree cover composes the city landscape, and this landscape provides multiple ecosystem services, such as thermal regulation, improvement of air quality, carbon sequestration, noise reduction, and increased biodiversity, in addition to promoting better conditions for society. However, trees are directly affected by urban interventions and may pose risks if their development is not monitored over time. Instruments such as tree inventories and risk assessments become essential to guide technical decisions and support public policies aimed at the proper management of urban forestry. With the aim of expanding knowledge about urban trees in the municipality of Vitória, the objective of this study was to conduct an inventory of the urban trees located along Nossa Senhora da Penha Avenue, in the direction of downtown Vitória, in order to diagnose the arboreal individuals. The study was carried out on Nossa Senhora da Penha Avenue, toward downtown Vitória, and consisted of identifying each arboreal individual, followed by the measurement of dendrometric parameters, as well as the assessment of phytosanitary condition, classification, evaluation of the surrounding environment, and tree fall risk analysis. Data collection was performed using the Arbosis® application – Tree Diagnosis and Management System. A total of 71 individuals were identified, including trees and palm trees, belonging to 12 species. The mean diameter at breast height (DBH) was 24.8 cm, mean height was 7.08 m, and total canopy cover was 2,371.85 m². Risk analysis indicated that 46.48% of the trees presented low risk of falling, 32.21% moderate risk, 15.49% high risk, and 2.82% extreme risk. This assessment enables appropriate management by public authorities through the use of technical tools and resources that promote the proper development of the trees located along Nossa Senhora da Penha Avenue.

Keywords: tree management, risk assessment, tree fall, urban forest, tree inventory.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 ARBORIZAÇÃO URBANA	18
2.2 AVALIAÇÃO DE RISCO DE ÁRVORES.....	20
2.3 AVENIDA NOSSA SENHORA DA PENHA	21
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 OBJETIVO GERAL.....	23
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
4.2 COLETA DE DADOS	27
5 RESULTADOS.....	31
5.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO	31
5.2 DENDROMETRIA	34
5.3 QUALIFICAÇÃO	35
5.4 FITOSSANIDADE	39
5.5 ENTORNO.....	41
5.6 ANÁLISE DE RISCO DE QUEDA.....	43
6 DISCUSSÃO	44
6.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO	44
6.2 DENDROMETRIA	44
6.3 QUALIFICAÇÃO	45
6.4 FITOSSANIDADE.....	47
6.5 ENTORNO.....	47
6.6 ANÁLISE DE RISCO DE QUEDA.....	48
7 CONCLUSÃO	49
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A presença de áreas verdes em centros urbanos é amplamente reconhecida como um dos principais elementos de qualificação ambiental das cidades, contribuindo para o bem-estar social, a saúde e a qualidade de vida da população (Souza et al., 2023). Entre esses componentes, as árvores exercem papel central ao oferecerem múltiplos serviços ecossistêmicos, como a redução da poluição atmosférica, a captura de dióxido de carbono, a liberação de oxigênio e a amenização dos efeitos das mudanças climáticas, além de promoverem conforto térmico e melhoria estética do espaço urbano (Oliveira et al., 2009).

Apesar desses benefícios, o ambiente urbano frequentemente impõe condições adversas ao desenvolvimento das espécies arbóreas. Restrições de espaço, solos compactados, interferências com redes de infraestrutura, práticas inadequadas de poda e a incidência de pragas e doenças são fatores recorrentes que comprometem o vigor e a estabilidade das árvores (Nobre et al., 2021). Tais limitações reforçam a necessidade de planejamento prévio e de ações de manejo contínuas para prevenir conflitos e assegurar a longevidade da arborização.

O planejamento estratégico da arborização urbana, portanto, não deve se restringir ao plantio, mas integrar-se aos instrumentos de gestão municipal, contemplando critérios técnicos e compatibilidade com o ambiente construído (Milano e Dalcin, 2000). Quando essa gestão não é realizada de forma adequada, os riscos associados às árvores se intensificam. Quedas de galhos, fraturas estruturais e colapso total de indivíduos podem causar prejuízos materiais, interrupções de serviços públicos e, em situações extremas, acidentes fatais (Bressani et al., 2018; Ochoski, 2024).

Embora não sejam eventos raros em cidades densamente ocupadas, muitos desses incidentes poderiam ser evitados com a adoção de práticas preventivas. A identificação e a mitigação precoce de riscos dependem de avaliações criteriosas realizadas por profissionais qualificados, capazes de diagnosticar condições fitossanitárias, falhas estruturais e outros fatores predisponentes à instabilidade. Esses diagnósticos orientam intervenções específicas, como podas corretivas, tratamentos fitossanitários, instalação de suportes estruturais ou, quando necessário, a supressão segura de árvores comprometidas (Ochoski, 2024).

Diante disso, instrumentos como inventários arbóreos e avaliações de risco tornam-se essenciais para orientar decisões técnicas e embasar políticas públicas. Eles permitem conhecer o estado atual da arborização, a adequação das espécies ao local, os conflitos existentes, as necessidades de manejo e as demandas de remoção ou reposição (Penha, 2024). Assim, contribuem para um equilíbrio mais eficiente entre segurança, funcionalidade urbana e

manutenção dos benefícios ecológicos proporcionados pelas árvores.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ARBORIZAÇÃO URBANA

A consolidação da infraestrutura verde nas cidades demanda precisão conceitual quanto aos termos arborização urbana, área verde e floresta urbana, os quais, embora relacionados, apresentam distinções teóricas e operacionais relevantes para o planejamento e a gestão ambiental urbana. Tradicionalmente, a arborização urbana é compreendida como o conjunto de árvores inseridas no ambiente urbano, abrangendo indivíduos isolados, alinhamentos viários, praças e parques. Conforme Magalhães (2006), esse conjunto arbóreo corresponde, em termos internacionais, ao conceito de “floresta urbana”, evidenciando que a distinção entre os termos pode variar conforme o contexto acadêmico e institucional. No cenário brasileiro, entretanto, observa-se tendência de diferenciação conceitual: enquanto a arborização urbana refere-se predominantemente ao componente arbóreo implantado no tecido urbano, a floresta urbana adota abordagem sistêmica, englobando todas as formações lenhosas presentes na cidade e em sua interface periurbana.

Nessa perspectiva ampliada, a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2016) define floresta urbana como o conjunto integrado de árvores e ecossistemas florestais situados dentro e ao redor das cidades, incluindo arborização viária, parques, fragmentos remanescentes e áreas institucionais. Tal definição reforça a noção de conectividade ecológica e de prestação de serviços ecossistêmicos em escala territorial.

Já o conceito de área verde, conforme Cavalheiro et al. (1999), refere-se a espaços livres predominantemente vegetados e com solo permeável, desempenhando funções ecológicas, recreativas e paisagísticas. Diferentemente da arborização viária, as áreas verdes podem incluir múltiplos estratos vegetais, tais como o herbáceo, arbustivo e arbóreo, e contribuem significativamente para a infiltração de água e manutenção da biodiversidade urbana.

No contexto normativo brasileiro, a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 16246, reconhece a floresta urbana como sistema que requer planejamento, inventário e manejo técnico contínuo, consolidando a arborização como infraestrutura verde essencial ao desenvolvimento sustentável das cidades. Essa compreensão dialoga com Magalhães (2006), ao reconhecer que a arborização urbana não deve ser tratada como elemento isolado da paisagem, mas como componente estruturante do espaço urbano. Estudos recentes reforçam a necessidade de integrar a vegetação arbórea às dinâmicas de expansão urbana e às transformações sociais. Lacerda et al. (2025) destacam que o planejamento da arborização deve

considerar simultaneamente infraestrutura urbana, crescimento populacional e desigualdades socioespaciais, uma vez que a distribuição desigual da cobertura arbórea impacta diretamente a qualidade de vida da população. Assim, a arborização urbana ultrapassa a dimensão estética, assumindo papel estratégico na promoção de justiça ambiental e conforto térmico.

Sob a ótica microclimática, evidências empíricas demonstram efeitos significativos da cobertura arbórea na mitigação das ilhas de calor. Basso e Corrêa (2020), ao analisarem a cidade de Campo Grande/MS, verificaram que ruas arborizadas com espécies de grande porte apresentam temperaturas significativamente inferiores às áreas desprovidas de vegetação, proporcionando sombreamento, redução da radiação solar incidente e aumento da habitabilidade do espaço urbano. Esses resultados corroboram estudos internacionais conduzidos pelo United States Forest Service, que apontam a evapotranspiração e o sombreamento como mecanismos-chave de regulação térmica (Nowak & Dwyer, 2007).

Além do conforto térmico, as árvores urbanas desempenham funções ecológicas essenciais. Marco e Assis (2018) e Silva e Silva (2025) ressaltam que a arborização promove regulação da qualidade do ar por meio da retenção de material particulado e absorção de poluentes gasosos, além de contribuir para a melhoria da qualidade da água ao favorecer a infiltração e reduzir o escoamento superficial. A captura e o armazenamento de dióxido de carbono (CO₂), associados ao crescimento arbóreo, configuram importante mecanismo de mitigação das mudanças climáticas, conforme também evidenciado por Nowak et al. (2014).

A floresta urbana oferece suporte à fauna, funcionando como habitat e corredor ecológico, especialmente em cidades com remanescentes fragmentados. A conectividade entre áreas verdes e arborização viária amplia a resiliência ambiental e fortalece os serviços ecossistêmicos em escala urbana (FAO, 2016). Além deste, no âmbito social e paisagístico, a presença de árvores está associada à valorização imobiliária, à qualificação estética dos espaços públicos e ao estímulo à interação social. Basso e Corrêa (2020) destacam que ruas arborizadas tendem a se tornar mais acolhedoras, incentivando permanência e convivência. Essa dimensão social dialoga com estudos clássicos como o de Ulrich (1984), que evidenciou impactos positivos do contato visual com vegetação sobre o bem-estar humano.

Dessa forma, observa-se convergência na literatura quanto ao reconhecimento da arborização urbana como elemento estruturante da infraestrutura verde. Enquanto a área verde representa o espaço físico vegetado e a floresta urbana constitui o sistema integrado de cobertura arbórea, a arborização urbana materializa a presença das árvores no cotidiano da cidade, conectando funções ecológicas, sociais e econômicas.

A articulação entre esses conceitos fortalece a compreensão da vegetação urbana como

componente estratégico para cidades resilientes, sustentáveis e socialmente inclusivas. O planejamento adequado, fundamentado em bases técnicas e normativas, é condição indispensável para maximizar os benefícios ecossistêmicos e garantir a permanência segura e funcional da floresta urbana ao longo do tempo.

2.2 AVALIAÇÃO DE RISCO DE ÁRVORES

A arborização urbana constitui componente essencial da infraestrutura verde das cidades, desempenhando funções ambientais, sociais e paisagísticas amplamente reconhecidas. Entretanto, a ausência de planejamento na implantação e condução da arborização, muitas vezes associada à insuficiência de conhecimentos técnicos, resulta em projetos ineficazes que comprometem tanto a segurança quanto os benefícios proporcionados pelas árvores. Nesse contexto, o risco de queda de árvores ou de partes delas torna-se uma realidade que pode ocasionar prejuízos materiais e imateriais (Bortoleto et al., 2006; Brazolin, 2009).

A literatura aponta que falhas no planejamento inicial, como escolha inadequada de espécies, incompatibilidade com o espaço disponível, ausência de avaliação do solo e interferências com redes aéreas e subterrâneas, favorecendo o desenvolvimento de indivíduos estruturalmente comprometidos ao longo do tempo. Além disso, práticas de manejo incorretas, como podas drásticas e cortes radiculares, contribuem para o surgimento de desequilíbrios biomecânicos e infecções por fungos xilófagos, aumentando a probabilidade de falhas estruturais.

Conforme destacado por Maria (2021) e Amaral et al. (2022), os riscos associados à arborização urbana podem ser gerenciados e significativamente minimizados por meio de monitoramento sistemático e manejo técnico adequado. Tal perspectiva está alinhada ao conceito contemporâneo de gestão de risco, no qual não se busca a eliminação absoluta do risco, mas sim sua redução a níveis aceitáveis, mediante critérios técnicos e normativos.

A avaliação de risco de queda fundamenta-se na identificação de defeitos estruturais, na estimativa da probabilidade de falha e na análise das consequências potenciais. Internacionalmente, protocolos desenvolvidos pela International Society of Arboriculture (ISA) estruturam o processo de avaliação com base em três componentes principais: (i) probabilidade de falha, (ii) probabilidade de impacto em um alvo e (iii) severidade das consequências. Esse modelo probabilístico fornece suporte técnico para a classificação do risco em diferentes categorias (baixo, moderado, alto ou extremo), orientando decisões de manejo.

Do ponto de vista biomecânico, Mattheck e Breloer (1994) introduziram a abordagem da

inspeção visual sistemática fundamentada na leitura das respostas adaptativas das árvores às tensões mecânicas. Posteriormente, Mattheck (2007) consolidou o conceito de “linguagem corporal das árvores”, segundo o qual alterações morfológicas — como engrossamentos localizados, fendas, exsudações e inclinações compensatórias — podem indicar redistribuição de tensões internas e possíveis fragilidades estruturais.

No Brasil, a padronização técnica relacionada ao manejo de árvores urbanas foi estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas por meio da NBR 16246, especialmente em sua Parte 3, que trata da avaliação de risco de árvores. A norma orienta que a avaliação deve ser realizada por profissional habilitado, considerando aspectos dendrométricos, condições fitossanitárias, estabilidade estrutural, interferências no entorno e histórico de intervenções. A NBR 16246-3 destaca ainda que a inspeção deve ser sistematizada, documentada e integrada ao planejamento do manejo, priorizando ações preventivas, corretivas ou de remoção quando tecnicamente justificadas. Além do monitoramento periódico que é apontado como elemento essencial para a mitigação de riscos, reforçando que a gestão eficiente depende de inventários atualizados e registros técnicos consistentes.

2.3 AVENIDA NOSSA SENHORA DA PENHA

A Avenida Nossa Senhora da Penha ou Reta da Penha, foi idealizada no contexto do projeto chamado Novo Arrabalde, datado de 1896, com objetivo de expandir a malha urbana de Vitória para regiões mais afastadas do centro do município. A posição retilínea da avenida não é apenas funcional, mas ela foi projetada para alinhar visualmente com o Convento da Penha, localizado no município de Vila Velha, criando um “eixo visual” importante para a cidade (Figura 1). Esse alinhamento reforça a visão do Convento da Penha, especialmente para quem trafega no sentido centro da cidade (Figura 2 e Figura 3). Inicialmente, a região no entorno da Avenida Nossa Senhora da Penha era composta por residências baixas (casas) e, posteriormente, substituídas por edifícios.

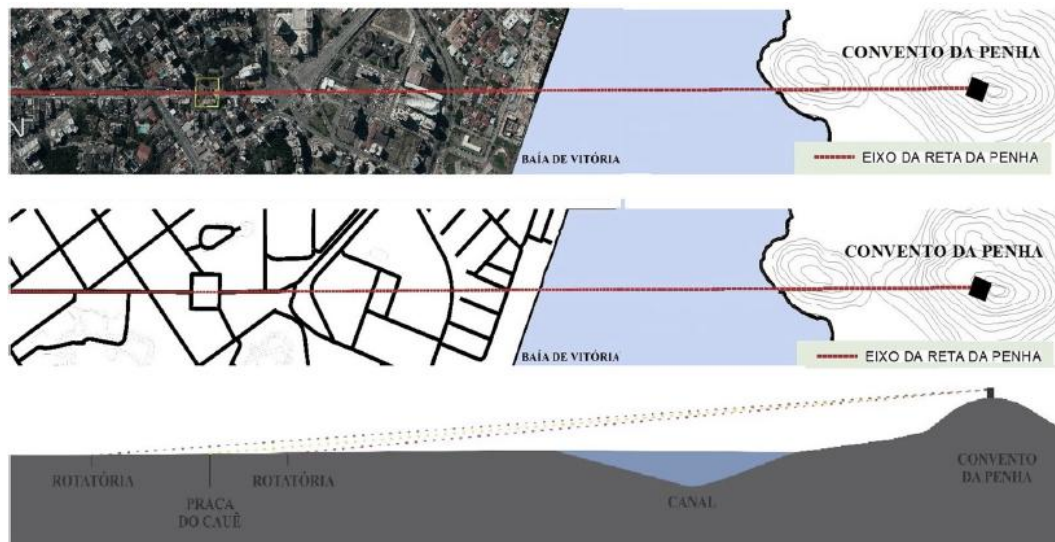


Figura 1: Eixo da Avenida Nossa Senhora da Penha.

Fonte: Bittencourt (2022).

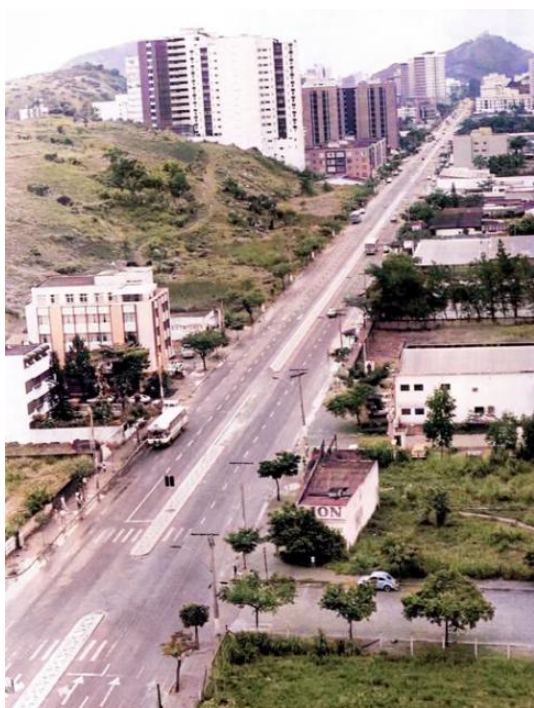


Figura 2: Avenida Nossa Senhora da Penha. Anos 80.

Fonte: A Gazeta.



Figura 3: Avenida Nossa Senhora da Penha. Atualmente.

Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar o inventário da arborização urbana presente na Avenida Nossa Senhora da Penha, no sentido centro de Vitória-ES, afim de diagnosticar os indivíduos arbóreos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o levantamento florístico afim de conhecer a composição das espécies utilizadas na arborização do local;
- Apresentar a situação atual da arborização quanto a fitossanidade e conflitos com a infraestrutura urbana;
- Avaliar a situação de risco dos indivíduos arbóreos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Vitória está localizado na mesorregião central espírito-santense. Possui território de, aproximadamente, 97,123 km² (IBGE, 2025). A área de estudo está localizada na Avenida Nossa Senhora da Penha, sentido centro de Vitória, localizada no município de Vitória, Espírito Santo. A avenida possui 2.489 metros de extensão e intercepta os bairros de Andorinhas, Santa Luíza, Barro Vermelho, Praia do Canto, Santa Lucia e Santa Helena. A Figura 4, apresentada a seguir, ilustra o mapa de localização da área de estudo, destacando sua posição geográfica no contexto local e municipal. O mapa permite visualizar os limites da área, bem como os principais acessos viários e a relação com o entorno imediato, servindo como referência para as análises subsequentes.

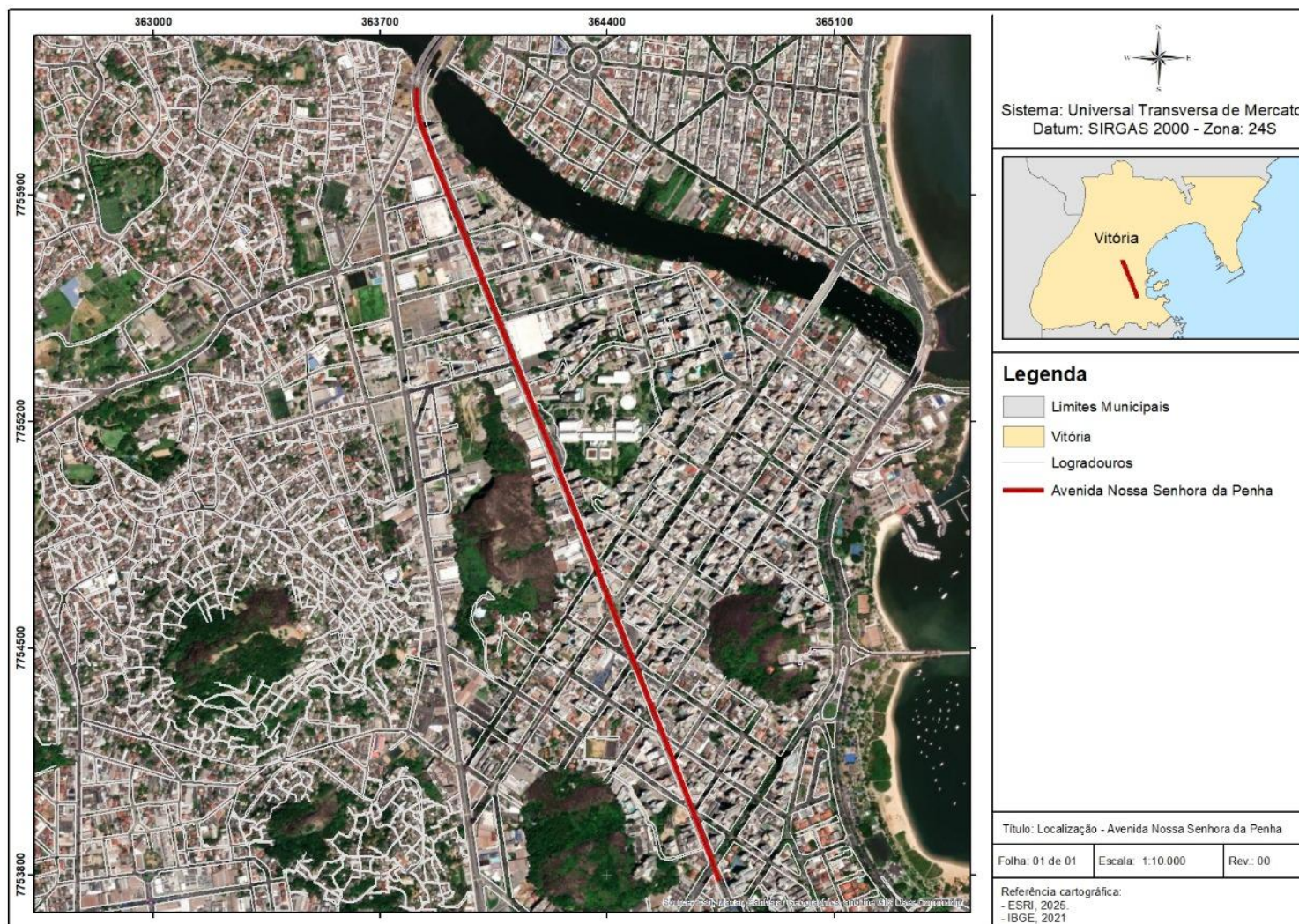


Figura 4: Localização da Avenida Nossa Senhora da Penha, município de Vitória/ES.

O município está localizado em duas zonas naturais, sendo elas a Zona 5 - caracterizada por terras quentes, acidentadas e de transição chuvosa/seca (26,2%) e a Zona 8 – caracterizada por terras quentes, planas e de transição chuvosa/seca (53,5%). A Figura 5 apresenta a série histórica (1984 a 2014) da temperatura média mensal mínima e máxima na Estação Meteorológica de Vitória. As temperaturas máximas variam de aproximadamente 26,5°C a 32°C, sendo o mês mais quente fevereiro, com temperatura máxima média próxima a 32°C, enquanto o mês mais frio, é julho, registrando cerca de 26,5°C. As temperaturas médias mínimas apresentam valores entre 19°C e 25°C, sendo que o mês com a menor temperatura média mínima é julho, com, aproximadamente 19°C, indicando o período mais frio do ano. O mês com a maior temperatura média mínima é fevereiro, com valor em torno de 25°C.

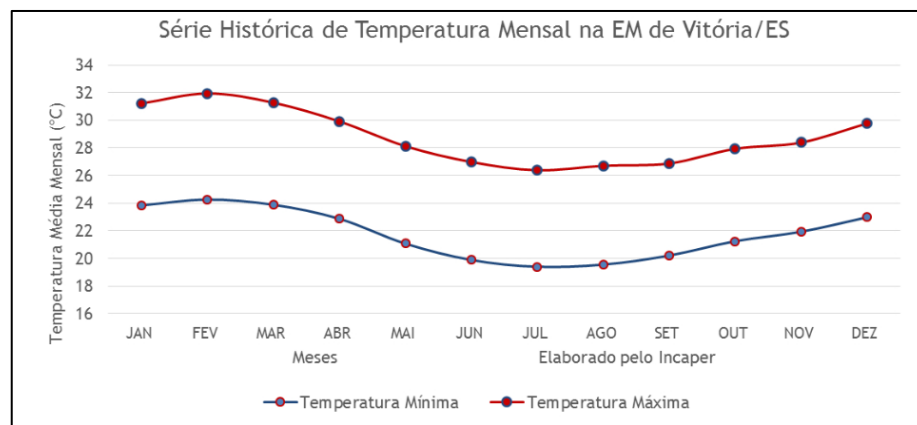


Figura 5: Série histórica de temperatura mensal no município de Vitória.
Fonte: INCAPER (2025).

A Figura 6 apresenta a série histórica (1984 a 2014) de precipitação mensal registrada em Vitória. Novembro e dezembro são os meses com os maiores registros de chuva, superando 200 mm. Enquanto junho e julho são os meses com os menores registro de precipitação, com aproximadamente 60 mm.

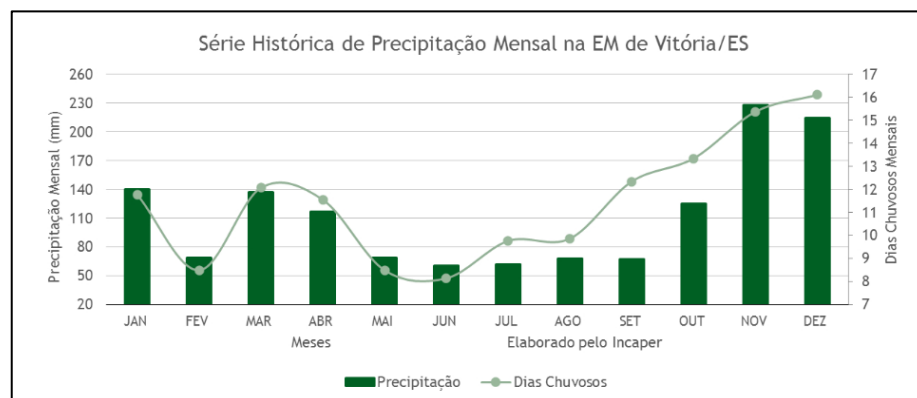


Figura 6: Série histórica de precipitação mensal em Vitória.
Fonte: INCAPER (2025).

4.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados em campo foi realizada entre os meses de fevereiro a junho de 2025. Para tal, foram selecionadas as árvores localizadas na calçada da Avenida Nossa Senhora da Penha, no sentido centro de Vitória. Para a coleta de dados foi utilizado o aplicativo Arbosis® – Sistema de Diagnóstico e Gestão de Árvores (Figura 7). O Arbosis® trata-se de uma plataforma digital destinada ao levantamento, armazenamento e gerenciamento sistematizado de informações relacionadas às árvores, com aplicabilidade em inventários arbóreos e na gestão da arborização urbana. O sistema permite o registro integrado de dados primários, tais como parâmetros dendrométricos, bem como informações de qualificação, valoração, condição fitossanitária, caracterização do entorno e avaliação de risco, possibilitando uma análise técnica abrangente do indivíduo arbóreo e subsidiando a tomada de decisão quanto ao manejo e à mitigação de riscos.

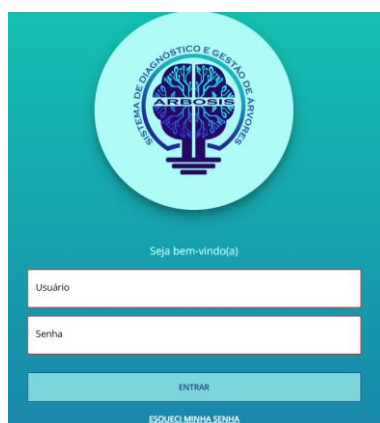


Figura 7: Interface do Arbosis® - sistema de diagnóstico e gestão de árvores.

Foram coletadas informações dendrométricas referentes a circunferência à altura do solo (CAS), circunferência à altura do peito (CAP), altura total, altura da primeira bifurcação, diâmetro de copa e coordenadas geográficas de cada árvore (Figura 8). No âmbito taxonômico, as espécies foram identificadas até o menor nível taxonômico possível, sendo a lista florística confeccionada contendo informações quanto a família botânica, nome científico, nome comum, hábito e origem (nativa e exótica). Para a elaboração da lista florística, foi adotado o sistema de organização taxonômica para as famílias botânicas de acordo com o *Angiosperm Phylogeny Group* IV (APG IV, 2016), e para as espécies, adotou-se o proposto no banco de dados do Projeto Flora e Funga do Brasil (<https://floradobrasil.jbrj.gov.br>). Para avaliar a diversidade biológica foi utilizado o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e a equitabilidade de

Pielou (J') (Magurran, 2013), conforme indicado pelas equações abaixo:

Índice de Diversidade de Shannon-Weaver

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln (p_i)$$

Onde:

- H' = índice de diversidade de Shannon
- S = número total de espécies
- p_i = proporção de indivíduos da espécie i

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

- n_i = número de indivíduos da espécie i
- N = número total de indivíduos amostrados
- $\ln$ = logaritmo natural

Equabilidade de Pielou (J')

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Onde:

- J' = índice de equabilidade
- H' = índice de Shannon
- S = número total de espécies
- $\ln(S)$ = diversidade máxima teórica (quando todas as espécies possuem a mesma abundância)



Figura 8: A - Medição da circunferência à altura do solo (CAS). B - Medição da circunferência à altura do peito (CAP). C- Medição do diâmetro da copa. D - Aferição da altura.

Além das informações dendrométricas e taxonômicas, foi realizada a avaliação qualitativa da árvore, que considerou as características perceptíveis ou classificatórias, referente a raiz, tronco e copa, utilizando critérios previamente definidos, tais como fenologia, condições da copa, alvos, entre outras. Assim como na avaliação qualitativa, a avaliação de fitossanidade considerou a inspeção de raiz, tronco e copa, onde o foco foram os sintomas, pragas e doenças que podem acometer o indivíduo arbóreo. A avaliação do entorno da árvore considerou o meio a qual o indivíduo está inserido, bem como os conflitos, dispositivos e demais interferências que o meio pode oferecer a arborização. Por fim, a avaliação de risco avalia parâmetros da qualificação e fitossanidade e, considera três componentes principais, sendo eles a probabilidade de falha da árvore (ou parte dela), probabilidade do impacto (exposição do alvo) e consequência da queda (grau de dano potencial) (Figura 9).



Figura 9: A – Avaliação qualitativa da árvore. B – Avaliação de fitossanidade. C- Análise do entorno. D – Avaliação do risco da árvore.

5 RESULTADOS

5.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

O levantamento florístico resultou na identificação de 71 indivíduos arbóreos, pertencentes a 12 espécies e a seis famílias botânicas (Quadro 1). Do total registrado, foi identificado um indivíduo morto, pertencente à espécie *Lagerstroemia speciosa*, sendo possível a identificação a partir de frutos secos ainda presentes na copa da árvore. O índice de diversidade de Shannon (H') foi de $H' = 2,12 \text{ nats}^{-1}$ e equitabilidade de $J = 0,85$.

Quadro 1: Relação florística das espécies identificadas na área de estudo.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM	HÁBITO	ORIGEM	NºIND
Arecaceae	<i>Phoenix canariensis</i> H.Wildpret	Palmeira-das-canárias	Pal	Exo	8
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A.DC.	Ipê-rosa	Arb	Exo	7
Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê-branco	Arb	Nat	1
Chrysobalanaceae	<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	Oiti	Arb	Nat	15
Fabaceae	<i>Albizia lebbek</i> (L.) Benth.	Língua-de-sogra	Arb	Exo	10
Fabaceae	<i>Bauhinia variegata</i> var. <i>candida</i> Voigt	Pata-de-vaca-branca	Arb	Exo	1
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i> L.	Chuva-de-ouro	Arb	Exo	8
Fabaceae	<i>Cassia javanica</i> L.	Acácia-rosa	Arb	Exo	1
Fabaceae	<i>Peltophorum pterocarpum</i> (DC.) K.Heyne	Canafístula-amarela	Arb	Exo	13
Fabaceae	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Cássia-de-sião	Arb	Exo	1
Lythraceae	<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Resedá-gigante	Arb	Exo	5
Myrtaceae	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	Jambo-vermelho	Arb	Exo	1

Legenda: Pal. – palmeira; Arb. – arbórea; Exo – exótica; Nat – nativa; Nºind. – número de indivíduos.

Dentre as famílias, Fabaceae merece destaque como a de maior representatividade, contribuindo com 47,89% do total das espécies identificadas em campo. Na sequência surge Bignoniaceae, com 11,27% (duas espécies). Arecaceae, Chrysobalanaceae, Lythraceae e Myrtaceae contribuíram com uma espécie cada (Figura 10).

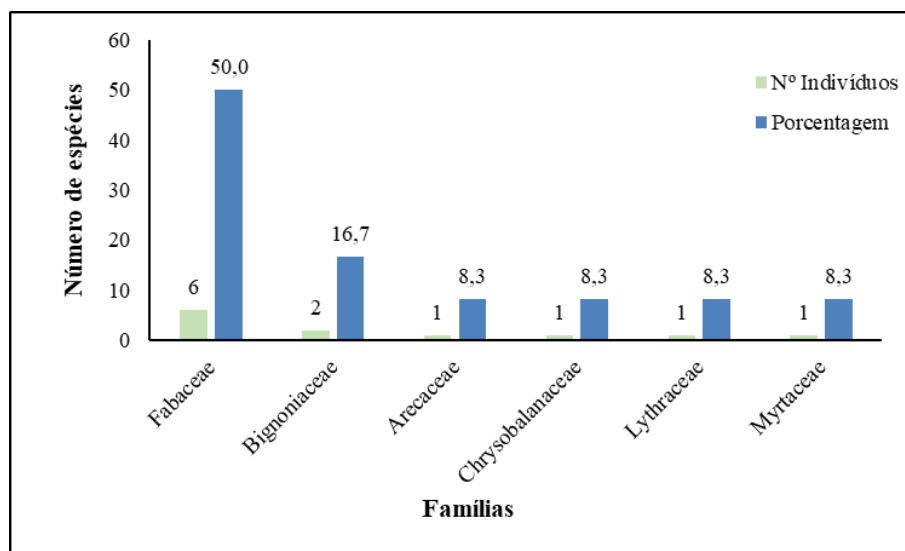


Figura 10: Representação das famílias botânicas identificadas na área de estudo.

Ao retratar a porcentagem em número de indivíduos, a família que merece destaque é Chrysobalanaceae, representada por *Moquilea tomentosa* (oiti), com 21% dos indivíduos identificados. Fabaceae surge na sequência com *Peltophorum pterocarpum* (18%) e *Albizia lebbbeck* (14%) (Figura 11).

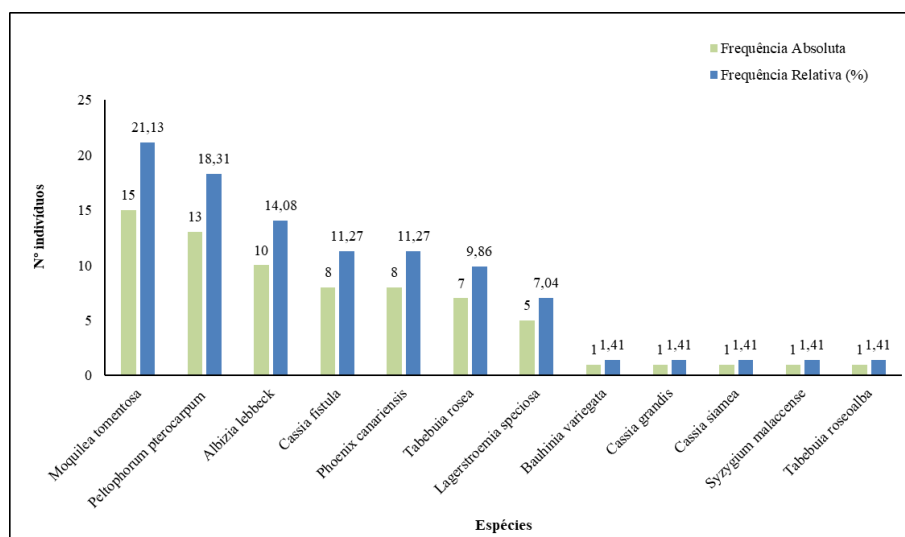


Figura 11: Número de indivíduos identificados na área de estudo.

Foram observadas duas formas de vida no estudo. As árvores destacaram-se com 89% dos indivíduos registrados, enquanto as palmeiras com 11%. As espécies de origem exótica representam a maior porcentagem das espécies utilizadas na arborização da Av. Nossa Senhora da Penha, totalizando 83% (10 espécies), enquanto as espécies de origem nativa contribuem com 16,7% das espécies (02 espécies) (Figura 12 a Figura 15).



Figura 12: *Phoenix canariensis* (espécie exótica).



Figura 13: *Tabebuia rosea* (espécie exótica).



Figura 14: *Moquilea tomentosa* (espécie nativa).



Figura 15: *Tabebuia roseoalba* (espécie nativa).

A fenologia dos indivíduos vivos foi classificada em quatro grupo, sendo eles aqueles que apresentaram apenas folhas (36 ind.), folhas e frutos (21 ind.), folhas e flores (8 ind.) e folhas, flores e frutos (5 ind.), totalizando 70 indivíduos. Nesta análise o indivíduo morto não foi considerado (Figura 16).

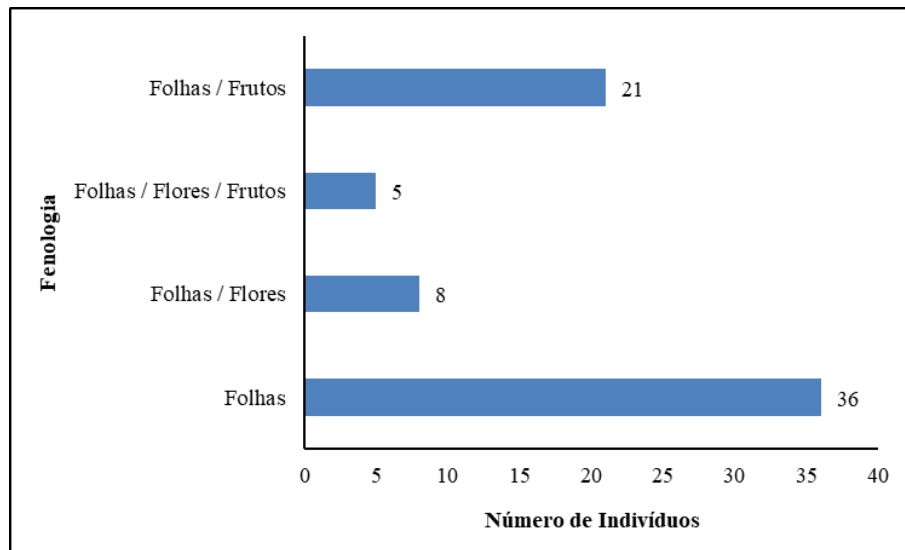


Figura 16: Classificação fenológica dos indivíduos.

5.2 DENDROMETRIA

O diâmetro médio foi de 24,87 cm. A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas indicou que as classes com os maiores números de indivíduos foram correspondentes aos intervalos de 10-15cm, 15-20 cm e 20-25 cm, com 48% indivíduos (Figura 17). As demais classes estão representadas com menos de 10 indivíduos cada.

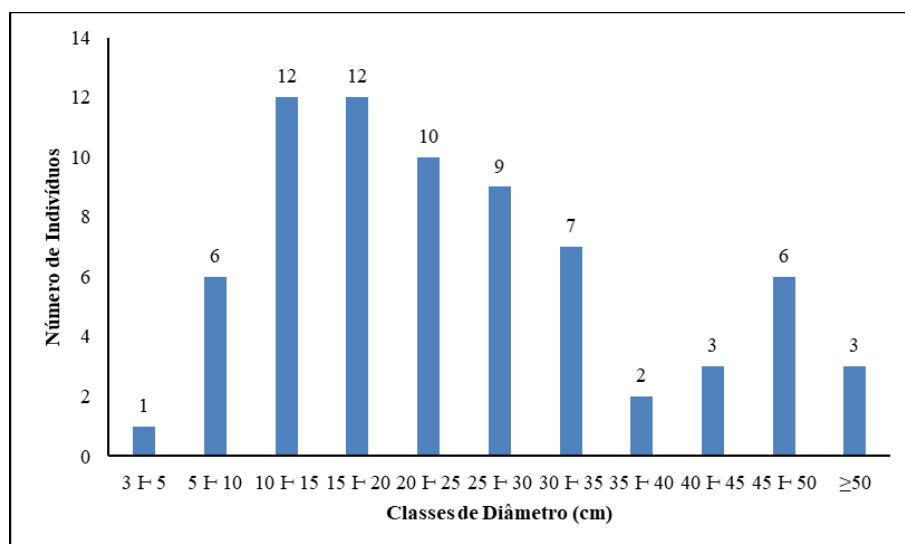


Figura 17: Classes de diâmetros (cm).

A altura média foi de 7,08 metros. A classe de altura que apresentou o maior número de indivíduos pertence ao intervalo de 5-10 metros, com 85% do total de indivíduos (Figura 18).

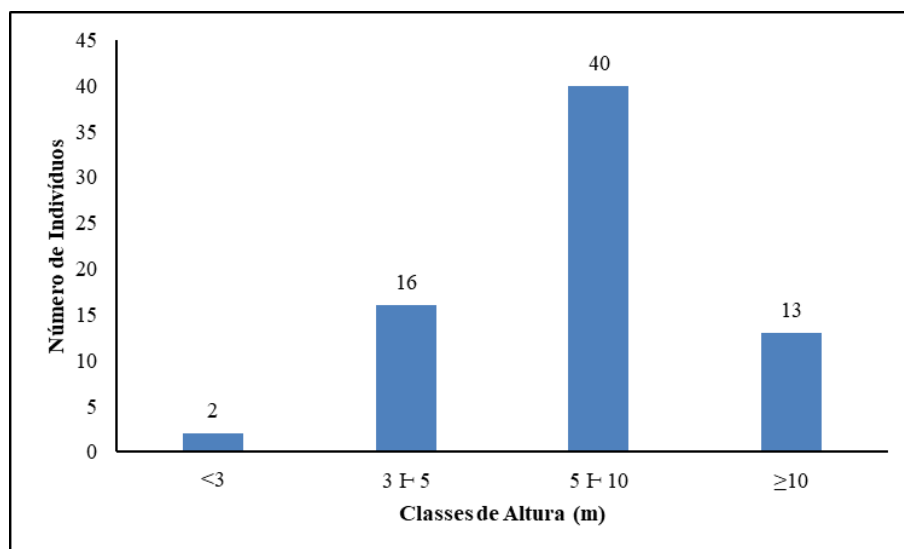


Figura 18: Classes de altura (m).

A cobertura de copa total foi de 2.371,85 m², com cobertura média de 33,41 m². A classe de área de copa (m²) que apresentou o maior número de indivíduos foi pertencente ao intervalo 10-20 m², com 24% do total (Figura 19). As classes compostas por indivíduos com cobertura de copa maior que 50 m² e 20-30 m², ocuparam a segunda e terceira posição, com 21% e 20%, respectivamente.

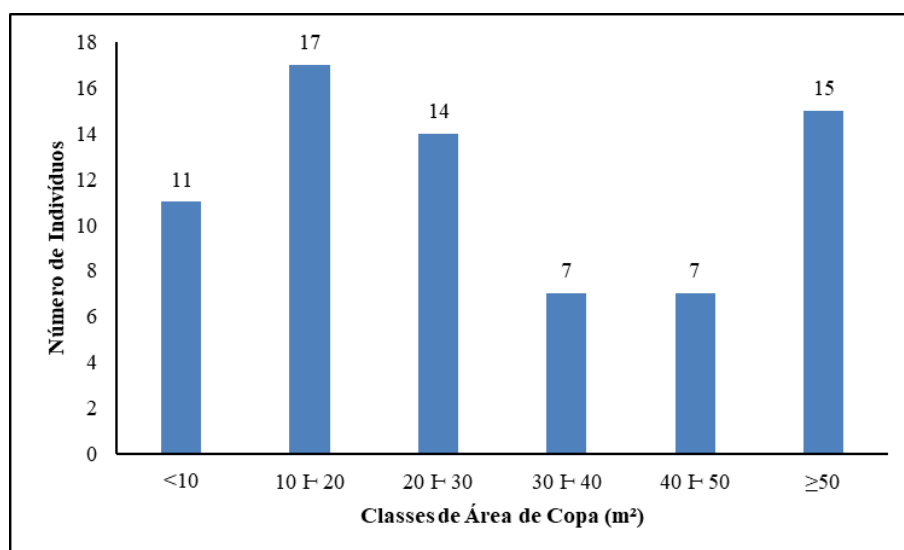


Figura 19: Classes de área de copa (m²).

5.3 QUALIFICAÇÃO

A avaliação de raiz resultou na identificação de quatro classes de qualificação (Figura 20 e Figura 21). Destas, a classe “raiz com aparência normal” apresentou 64% dos registros,

indicando que a maior parte dos indivíduos apresentam boa qualidade de desenvolvimento radicular. A classe “raízes em conflito” apresentou 25,64%, indicando que parte dos indivíduos apresentam algum conflito com o meio. Além das anteriores, 6,41% são raízes superficiais, aflorando na superfície do solo ou apresentando características de enovelamento e 3,85% apresentam colo enterrado.

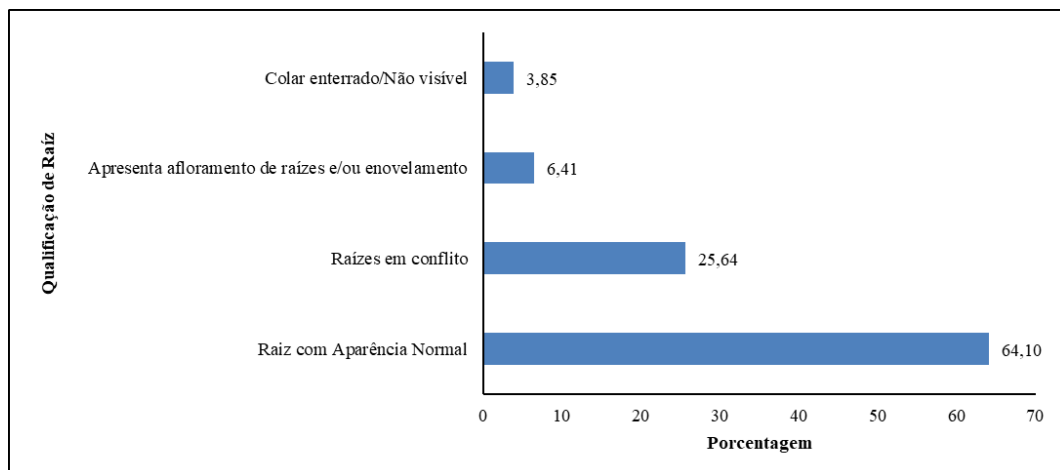


Figura 20: Qualificação de raiz.



Figura 21: A – Raiz com aparência normal. B – Raízes em conflito. C- Afloramento de raízes. D – Colo enterrado.

A qualificação de tronco resultou na identificação de 87 registros, distribuídos em 12 classes (Figura 22 e Figura 23). A classe que merece destaque no levantamento de campo foi árvores com tronco “sem bifurcação”. Tal classe remete a árvores sem bifurcação no tronco a 1,80m do solo. Além desta, 14,94% apresentam casca inclusa.

As bifurcações, tanto abaixo do DAP (9,20%), quanto acima do DAP (8,05%), também se destacaram no levantamento. Bifurcações mal-formadas podem comprometer a integridade estrutural da árvore, especialmente quando associadas a casca inclusa. Além disso, a presença de inserção em V, igualmente com 8,05%, reforça essa tendência, pois uniões em ângulo agudo são geralmente mais suscetíveis a falhas devido à menor eficiência na distribuição de tensões. Outras qualificações, embora menos frequentes, também foram identificadas. Fuste com elevada tortuosidade (5,75%), fuste anelado (2,30%), fustes codominantes (2,30%) e muda com má conformação (2,30%). Esses atributos, apesar da menor representatividade, possuem relevância por influenciarem a forma do tronco, a estabilidade e o potencial de crescimento futuro das árvores. A categoria árvore morta, registrada em 1,15%, indica baixa mortalidade no grupo avaliado, sugerindo condições ambientais favoráveis ou manejo adequado.

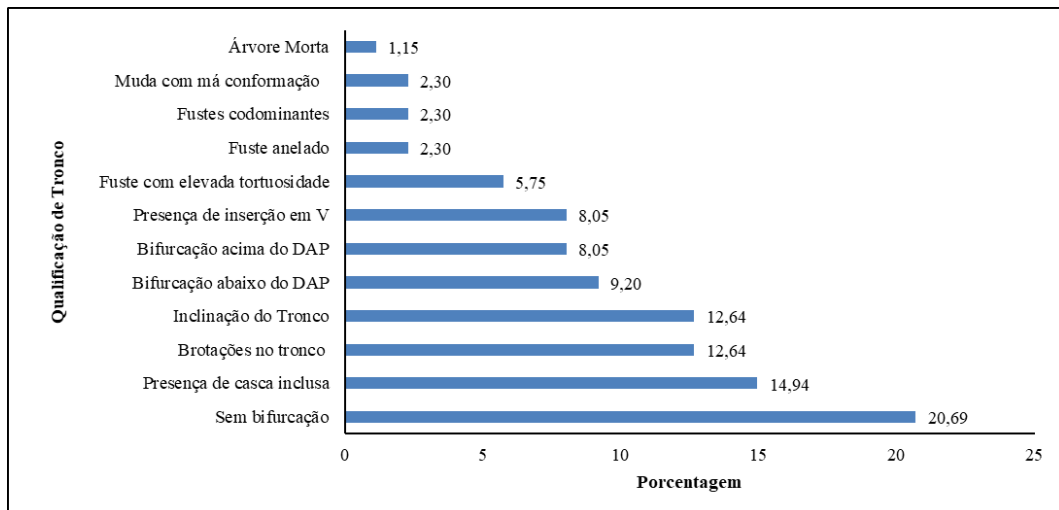


Figura 22: Qualificação de tronco.



Figura 23: A – Tronco sem bifurcação. B – Tronco com má formação. C- Tronco com elevada tortuosidade. D – Inclinação do tronco.

A qualificação de copa resultou na identificação de 11 classes (Figura 24 e Figura 25). A classe que merece destaque no levantamento de campo foi árvores com “necessidade de poda”. Tal classe apresenta conflitos com elementos do meio, tais como fachadas, rede aéreas, entre outras. Classes como “poda em V”, “presença de galhos lesionados”, “copa desbalanceada”, “copa desequilibrada” e “poda mal realizada” remetem a situações em que o manejo da atividade de poda não foi executado em conformidade com práticas ou técnicas adequadas da atividade.

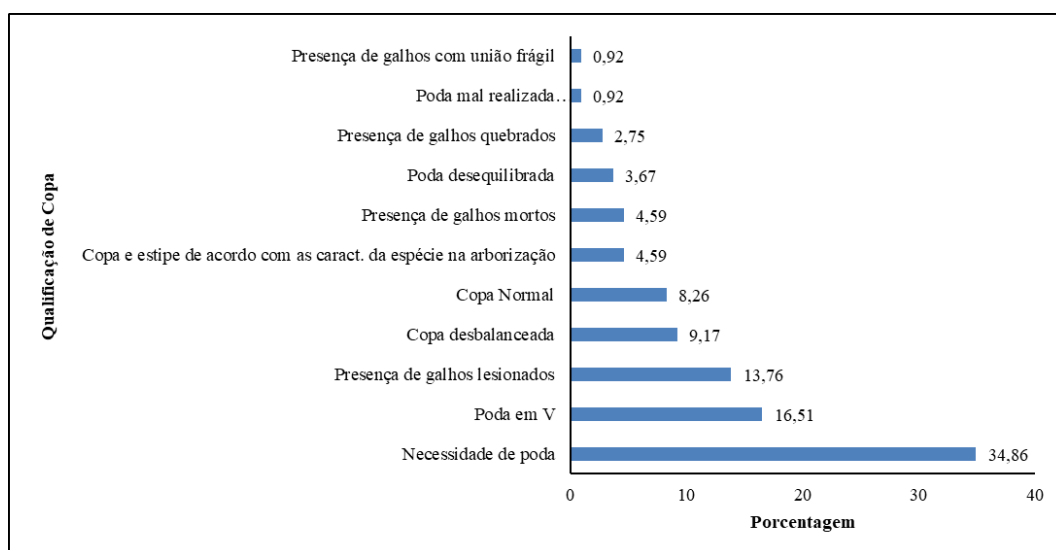


Figura 24: Qualificação de copa.



Figura 25: A – Poda em V. B – Copa desbalanceada. C- Copa normal. D – Necessidade de poda.

5.4 FITOSSANIDADE

A fitossanidade dos indivíduos arbóreos avaliados foi classificada em nove categorias distintas, correspondentes aos tipos de danos observados, sendo eles: vandalismo, cochonilhas, insetos, epífitas, fungos, podas mal realizadas, aspectos não identificados, ação antrópica e ausência de danos. No total, foram identificados 207 registros referentes aos aspectos fitossanitários, dos quais 154 (74,58%) não apresentaram qualquer tipo de dano, enquanto 53 registros (25,42%) foram enquadrados em alguma das demais categorias de comprometimento fitossanitário (Figura 26).

A categoria “sem danos” apresentou o maior número de ocorrências, representando 74,58% do total, o que indica que a maioria dos indivíduos arbóreos avaliados se encontra em condições satisfatórias de sanidade vegetal. Em contrapartida, os danos decorrentes de ação antrópica corresponderam a 10,74% dos registros, evidenciando impactos causados pela intervenção humana, seja por vandalismo, trânsito de pedestres nas proximidades das árvores, ou ainda por atividades de manutenção executadas sem orientação técnica adequada.

Os registros classificados como “não identificados” ocuparam a terceira posição, com 5,73% das ocorrências, indicando situações em que não foi possível determinar a origem específica do dano. Já as podas mal realizadas representaram 4,78% dos casos, demonstrando a influência negativa de intervenções inadequadas durante o manejo desses indivíduos específicos. Em conjunto, as categorias “ação antrópica”, “não identificados” e “podas mal realizadas” somam

95,63% dos registros de danos fitossanitários, configurando-se como os principais agentes responsáveis por comprometimentos observados nos indivíduos.

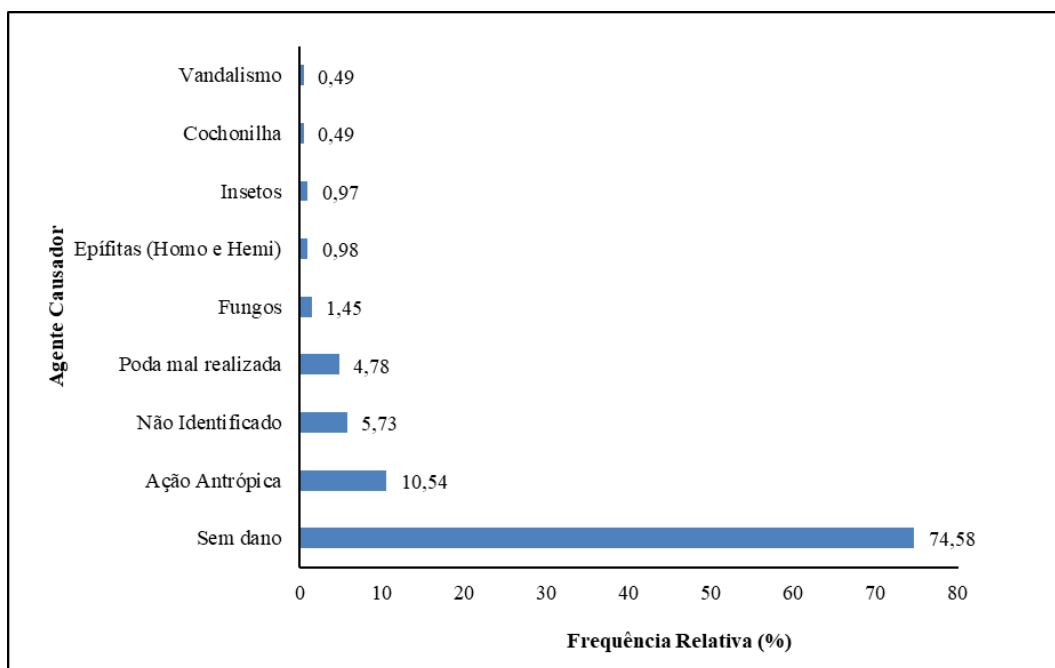


Figura 26: Agente causador de problemas fitossanitários.

A avaliação dos sintomas dos problemas fitossanitários dos indivíduos arbóreos apresentou a ocorrência de 20 classificações de sintomas. A Figura 27 apresenta a frequência relativa (%) de cada sintoma observado, evidenciando predominância da categoria “ausência de sintomas”, que representou 51,21% dos registros. Esse resultado indica que mais da metade das árvores analisadas encontra-se em boas condições fitossanitárias, sem sinais visíveis de pragas, doenças ou danos mecânicos.

Entre os indivíduos que apresentaram algum tipo de comprometimento, a classe “galhos com deterioração” destacou-se como o sintoma mais frequente, com 7,74% dos registros. Esse tipo de dano está comumente associado à ação de agentes bióticos, como fungos decompositores, ou abióticos, como ventos fortes e impactos mecânicos, podendo comprometer a estabilidade e a estrutura das árvores. Em seguida, observa-se a ocorrência de “injúria superficial” (7,20%) e “injúria profunda” (5,29%), sintomas que frequentemente decorrem de ações antrópicas, tais como podas inadequadas, colisões de veículos ou interferências de obras urbanas.

As categorias subsequentes apresentam menor frequência, destacando-se “epifitismo e/ou parasitismo” (4,87%), “galho morto” (4,34%) e “lesionada/danificada” (3,39%). Outros sintomas, como “cavidade interna aberta” (superior a 30% e inferior a 30% da circunferência), “cancro ou galha”, “galho quebrado” e “coloração/ textura anormal na casca”, apresentaram

frequências entre 0,9% e 2,9%, sugerindo ocorrência pontual, porém indicativa de deterioração estrutural, podendo ser atribuída a causas de origem antrópica ou não.

Os sintomas menos frequentes foram “desfolhamento”, “galerias”, “rachaduras”, “árvore morta” e “deterioração no tronco”, todos com valores inferiores a 0,5%, o que demonstra baixa incidência de casos críticos nessas avaliações.

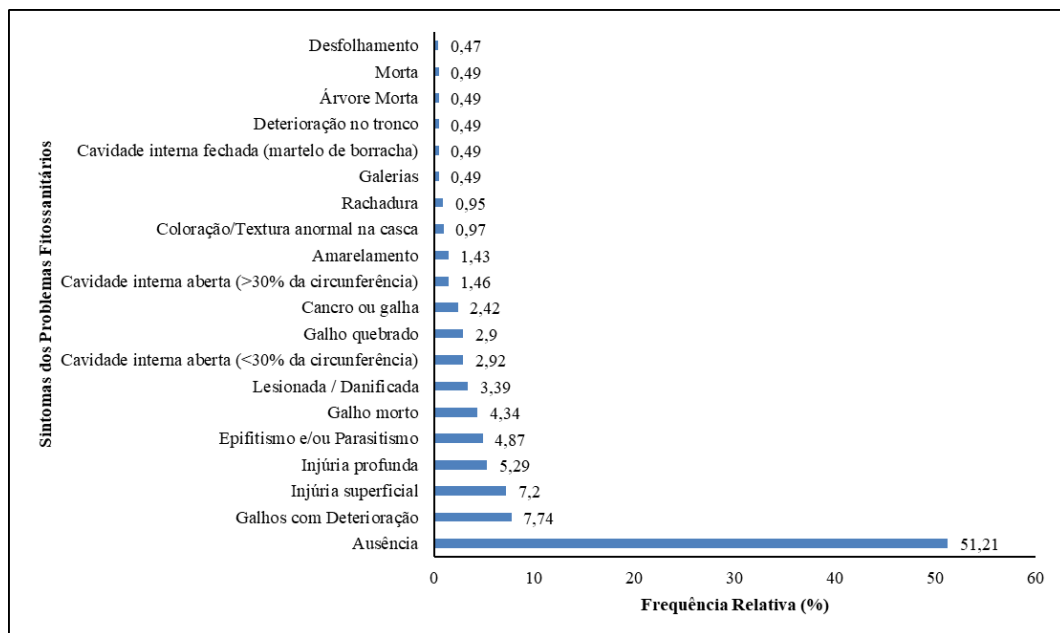


Figura 27: Sintomas dos problemas fitossanitários.

5.5 ENTORNO

A avaliação dos conflitos existentes no entorno das árvores localizadas na Avenida Nossa Senhora da Penha, no sentido centro de Vitória, possibilitou identificar as principais interferências entre a vegetação arbórea e a infraestrutura urbana. Foram identificados 128 registros, distribuídos em nove formas de conflitos das árvores com o entorno, conforme apresentado na Figura 28.

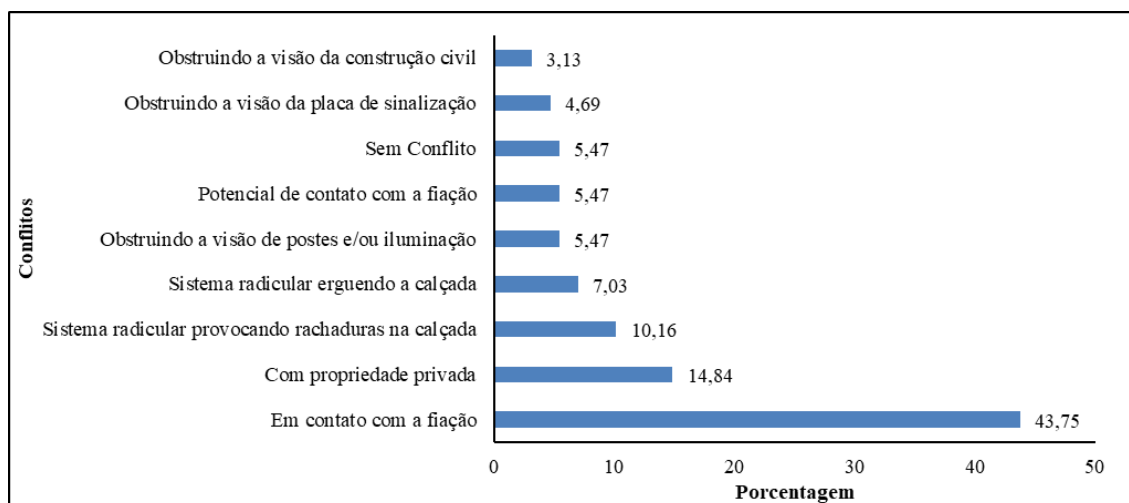


Figura 28: Descrição dos conflitos localizados no entorno dos indivíduos.

O conflito “em contato com a fiação” foi mais expressivo, representando 43,75% das ocorrências registradas. O contato direto entre a copa das árvores e a rede aérea constitui um risco significativo para interrupções no fornecimento de energia ou de comunicação. A alta incidência indica deficiências no planejamento da arborização quanto à seleção de espécies adequadas para espaços com infraestrutura aérea consolidada.

O segundo maior grupo de conflitos é caracterizado pela interferência da arborização com áreas particulares, representada por 14,84%.

O conflito “sistema radicular provocando rachaduras na calçada” foi responsável por 10,16% dos registros. Este conflito evidencia a interação inadequada entre raízes superficiais e pavimentações rígidas. A ocorrência de rachaduras compromete a acessibilidade urbana, gerando riscos para pedestres e demandas constantes de manutenção. E a partir do desenvolvimento das raízes e, consequentemente, agravamento das rachaduras, é possível observar que as raízes erguem o pavimento da calçada, sendo este conflito também apontado neste estudo com 7,03% dos registros.

Um grupo formado por cinco classes de conflitos apresentam de 3,13% a 5,47% dos registros, sendo eles “obstruindo a visão da construção civil”, “obstruindo a visão de placas de sinalização”, “sem conflito”, “potencial de contato com a fiação” e “obstruindo a visão de poste e/ou iluminação”. Destes, as árvores que não apresentam nenhum conflito com o entorno, representam 5,47% do total.

5.6 ANÁLISE DE RISCO DE QUEDA

A análise de risco de árvores contemplou a avaliação de 71 indivíduos, sendo 70 vivos e um morto, que foram enquadrados em critérios classificativos quanto a probabilidade do risco de queda, conforme demonstrado na Figura 29.

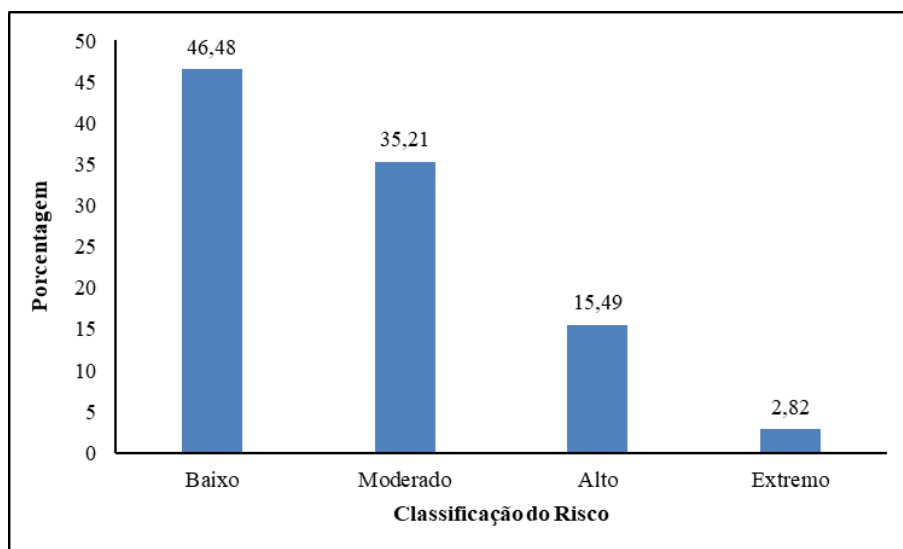


Figura 29: Classificação do risco de árvores.

Os resultados apresentados na Figura 29 indicam que a maior parte dos indivíduos avaliados apresenta baixo risco de queda (46,48%), demonstrando boas condições estruturais e fitossanitárias. Um percentual expressivo, equivalente a 35,21%, enquadra-se na categoria de risco moderado, sugerindo a necessidade de monitoramento periódico e eventuais ações de manutenção, tais como podas corretivas. Juntas essas duas classes representam mais de 81,69% dos indivíduos avaliados.

As árvores classificadas com risco alto compõem 15,49% dos indivíduos com risco de queda, o que requer intervenções rápidas, como podas, tratamentos fitossanitários ou avaliação interna não destrutivas. Por fim, 2,82% dos indivíduos encontram-se em situação de risco extremo, demandando medidas emergenciais, que podem incluir remoção do indivíduo, a fim de eliminar potenciais ameaças aos segurança pública dos usuários do entorno dessas árvores.

6 DISCUSSÃO

6.1 LEVANTAMENTO FLORÍSTICO

Fabaceae destaca-se como a família de maior riqueza e número de indivíduos no estudo. Destaca-se que tal família é referenciada na literatura científica entre as mais ricas em nível mundial. No Brasil, está entre as três famílias mais diversas em todos os domínios fitogeográficos brasileiros. Cerca de 50% das espécies são endêmicas do país (BFG, 2015; Flora e Funga do Brasil, 2025).

Na arborização urbana, Fabaceae é amplamente utilizada na composição de jardins, praças e em logradouros, isso devido a facilidade na obtenção sementes, produção de mudas, histórico de utilização das espécies, porte e arquitetura vegetal. Entretanto, mesmo havendo essa diversidade na família, vários autores relatam a dominância no uso de poucas espécies no plantio em áreas urbanas (Alves *et al*, 2023).

A família Bignoniaceae está representada por duas espécies, destacando-se, na arborização urbana, os gêneros *Handroanthus* e *Tabebuia* (ipês). Essas espécies, tanto de origem nativa, quanto exótica, são amplamente utilizadas em plantios urbanos devido ao seu elevado potencial paisagístico e ornamental, especialmente durante o período de floração (Lorenzi, 2016).

Em número de indivíduos, *Moquilea tomentosa* (oiti) destaca-se como a principal espécie, com 15 indivíduos. Segundo Lorenzi (2016), tal espécie possui altura que varia de 6 a 15 metros e copa frondosa, o que propicia boa cobertura e sombreamento, sendo por isso utilizada em plantios em praças, jardins, ruas e avenidas. Outros autores também indicam a predominância de oitis na arborização urbana (Angélico *et al*, 2025; Ataíde *et al*, 2025; Falcão *et al*, 2020).

No presente estudo as espécies exóticas foram mais representativas do que as espécies nativas, tanto na riqueza (83,3%), quanto no número de indivíduos. No Brasil é comum encontrarmos inventários que indicam a presença majoritária de espécies exóticas na arborização urbana (Blum *et al*, 2008, Abreu *et al*, 2023; Rufino *et al*, 2019).

6.2 DENDROMETRIA

A distribuição dos indivíduos nas classes diamétricas revelou que as faixas de 10–15 cm, 15–20 cm e 20–25 cm concentraram 48% dos indivíduos. De acordo com Biondi e Althaus (2005), a predominância de árvores nessas classes indica que grande parte das árvores registradas são

árvores jovens. Nas demais classes diamétricas, cada uma representada por menos de 10 indivíduos, sugerem menor densidade de árvores nas fases iniciais ou avançada. Essa distribuição é comum em arborização urbana, onde há renovação dos indivíduos ao longo do tempo (Almeida e Neto, 2010; Oliveira, 2024). A baixa quantidade de representantes nas classes inferiores ($DAP < 10$ cm), indica escassez de plantios recentes, indicando que não há substituição recente dos indivíduos arbóreos no local.

Por outro lado, o número reduzido de indivíduos nas classes superiores ($DAP > 40$ cm) pode refletir tanto limitações do ambiente urbano, como restrições dos espaços aéreo e radicular, quanto a remoção de indivíduos senescentes ou problemáticos, prática recorrente em áreas urbanas devido ao risco associado a árvores muito antigas e grandes (Brazolin, 2009). Em alguns casos, a escassez de árvores de grande porte pode estar associada à escolha inadequada de espécies durante o planejamento da arborização, dado que espécies de porte elevado podem ser substituídas ao longo do tempo devido a incompatibilidades com a infraestrutura urbana do entorno.

A altura variou de 2,10 a 15 metros, com média de 7,08 metros. Oliveira (2024), identificou que a classe de altura de 6 – 8 metros apresentou a maior quantidade de indivíduos em sua pesquisa, realizada no município de Niterói-RJ. Ademais, indivíduos de grande porte são raros no contexto em que o espaço para o desenvolvimento da árvore é reduzido, implicando em conflitos com o entorno e assim maximizando a ação de podas para manter as dimensões do indivíduo arbóreo dentro de um espaço que não implique em problema com o meio.

A cobertura de copa total foi de 2.371,85 m², com cobertura de copa média de 33,41 m². A avaliação da área de projeção da copa permite um diagnóstico do espaço ocupado pelas árvores e sua interação com o espaço urbano. Tais informações possibilitam a adequação do espaçamento que deve existir entre as árvores, sua posição no meio urbano, além da informação quantitativa de área verde em m² proporcionada pela arborização (Carcneri, Biondi & Batista, 2016).

6.3 QUALIFICAÇÃO

Quanto à qualificação de raiz foi identificada quatro classes, sendo a maior porcentagem dos registros (64,10%) de indivíduos que possuem raízes com aparência normal. Merece atenção as classes “raízes em conflito” que apresentou 25,64% e “afloramento de raízes ou enovelamento”

(6,41%), onde tal característica faz menção a raízes superficiais, afloradas na superfície do solo ou apresentando características de enovelamento. Esses indícios indicam que parte dos indivíduos apresentam algum conflito com o meio, tais com o meio fio, gola apertada ou demais estrutura concretada, indicando que a espécie utilizada e o espaço destinado ao plantio não condizem com o tamanho máximo que o indivíduo pode atingir quando adulto, o que se infere necessidade de adequar o espaço destinado ao desenvolvimento das raízes.

Silva *et al* (2022) aponta que mais de 25% dos indivíduos registrado, em levantamento na região central do município de Cabo Verde-MG, apresentam estrangulamento de base, onde a raiz se encontra totalmente cercada por concreto e sem espaço para seu desenvolvimento adequado, havendo também o impedimento à infiltração de água proporcionando, por vezes, o aumento do escoamento superficial.

Com relação a qualificação de tronco, foram registradas 12 classes, com destaque para os troncos sem bifurcação, ou seja, 20,69% dos indivíduos arbóreos possuem a primeira bifurcação igual ou maior que 2 metros de altura. Tal informação preconiza com o que a literatura técnica especializada estabelece como critério de altura mínima para a primeira bifurcação de uma muda destinada ao plantio na arborização urbana (CEMIG, 2017; São Paulo, 2024).

A presença de casca inclusa foi observada em 14,94% dos indivíduos. Tal característica é considerada um indicador de potencial risco de ruptura, onde a casca inclusa é um ponto frágil mediante a movimentos de flexão (Brazolin, 2009), ou seja, uma união frágil e uma falha estrutural em potencial. Árvores com casca inclusa são mais propensas a fraturas, quedas de galhos ou troncos, especialmente sob tensão.

Quanto a qualificação de copa, 34,96% necessita de algum tipo de poda para adequação dos ramos superiores. Tal adequação se faz necessária devido ao contato com redes aéreas, bem como demais estruturas urbanas, como fachadas ou placas de trânsito. Ainda com relação a podas, outras classes também foram registradas, tais como “poda em V”, “poda desequilibrada” e “poda mal realizada”, que juntas somam 21,10% do total e implicam em podas realizadas sem a orientação técnica adequada, com objetivo de livrar a rede aérea do contato com os ramos superiores. O contato da copa com redes aéreas é relatado como principal conflito por Cunha *et al* (2020).

6.4 FITOSSANIDADE

Quanto à fitossanidade, em relação ao agente causador, 74,58% não apresentam danos. Dos demais registros, danos relacionados a ações antrópicas apresentam 10,54% e correspondem a danos observados nas raízes, tronco e copa, ocasionados por pessoas ou veículos. Além deste, ainda com relação a danos antrópicos, as classes “poda mal realizada” e “vandalismo” também são registradas como as principais interferências nas árvores localizadas na calçada da Avenida Nossa Senhora da Penha. Nesse contexto, Redin *et al* (2010) e Musseli *et al* (2020) também evidenciam altos valores de danos de origem antrópica, em estudos realizados em Cachoeira do Sul (RS) e Jundiaí (SP), respectivamente.

Tais danos apresentam sintomas que puderam ser observados através de uma inspeção visual, tais como injúrias superficiais e profundas, cavidades abertas, rachaduras, entre outras.

Quanto aos danos causados por agentes biológicos, as classes “fungos”, “insetos”, “epífitas” e “cochonilhas” apresentam 3,79% do total. Tais valores indicam poucos indivíduos com traumas pontuais ocasionados pelos agentes biológicos, tais como epifitismo, cancro, entre outros. Foi observado um indivíduo morto.

6.5 ENTORNO

O conflito “em contato com a fiação” apresentou 43,75% das ocorrências registradas e “potencial contato com a fiação” apresentou 5,47%. O contato direto entre a copa das árvores e a rede aérea constitui um risco significativo para interrupções no fornecimento de energia ou de comunicação. Esse conflito é relatado em vários trabalhos de arborização urbana, indicando que tal tratativa é um problema comum a várias cidades (Angélico, 2025; Musseli *et al*, 2020; Rollon & Siqueira, 2018). Ainda com relação a copa, 14,84% apresentam ramos que atingem a propriedade privada (fachadas).

As classes “obstruindo visão de postes”, “obstruindo visão de placa de sinalização” e “obstruindo a visão da construção civil” também remetem aos problemas relacionados a copas densas com necessidade de poda, interferindo na visualização das estruturas urbanas.

Os indivíduos arbóreos de porte grande apresentam raízes superficiais mais desenvolvidas e foi observado danos as calçadas, onde 10,16% são representadas por rachaduras e 7,03% erguendo o pavimento da calçada.

6.6 ANÁLISE DE RISCO DE QUEDA

A avaliação de risco de queda de árvores consiste em uma etapa fundamental na gestão da arborização urbana, uma vez que subsidia decisões relacionadas à segurança pública, manutenção preventiva e planejamento ambiental (Weber & Brazolin, 2022; Maria, 2021; Brazolin, 2009). No presente estudo, foram analisados 71 indivíduos arbóreos, dos quais 70 encontravam-se vivos e um morto, classificados segundo a probabilidade de falha e suas potenciais consequências.

Os dados demonstram que 46,48% dos indivíduos foram classificados como de baixo risco, refletindo condições estruturais satisfatórias, adequada vitalidade e ausência de defeitos significativos. Segundo Mattheck & Breloer (1994), árvores com essa classificação apresentam reduzida probabilidade de falha, desde que mantidas em condições adequadas de manejo.

A categoria de risco moderado abrange 35,21% das árvores avaliadas. Essa proporção expressiva indica a necessidade de monitoramento contínuo, especialmente considerando as características do local, onde a interação com infraestruturas e fluxo de pessoas pode aumentar o potencial de danos (Dunster *et al.*, 2017).

As árvores classificadas como de alto risco representam 15,49% do total analisado. Esse grupo requer intervenções rápidas, dada a maior probabilidade de falha estrutural e o aumento do potencial de danos associados, uma vez que cada árvore está próxima aos demais elementos do contexto urbano, bem como pessoas e veículos. A utilização de métodos complementares de diagnóstico, como tomografia ou resistografia, é recomendada para avaliar a extensão de defeitos internos e subsidiar decisões técnicas (Nicolotti *et al.*, 2011).

Por fim, 2,82% dos indivíduos foram enquadrados na categoria de risco extremo, demandando ações emergenciais, que podem incluir, conforme o caso, desde podas severas até a remoção completa do indivíduo. A *International Society of Arboriculture* (ISA) destaca que a remoção é indicada quando a mitigação de risco não é tecnicamente viável ou quando a permanência da árvore representa ameaça imediata à segurança pública (Dunster *et al.*, 2017).

Ademais, os resultados indicam que mais de 81% das árvores apresentam risco baixo ou moderado, indicando um panorama de riscos baixos para a arborização da Av. Nossa Senhora da Penha. Entretanto, a presença de indivíduos com risco alto ou extremo reforça a importância de acompanhamento, planejamento de manejo e adoção de técnicas adequadas de manejo.

7 CONCLUSÃO

A avaliação de risco em árvores urbanas no município de Vitória – ES apresenta uma perspectiva atual das árvores localizadas na Avenida Nossa Senhora da Penha contemplando aspectos florísticos, dendrológicos, dendrométricos, qualitativos, fitossanitários, de interação com o entorno e de risco de queda. Os resultados evidenciam um cenário típico de arborização urbana brasileira, marcado pela predominância de espécies exóticas, conflitos com a infraestrutura e necessidade de manejo contínuo.

O levantamento florístico registrou 71 indivíduos distribuídos em 12 espécies pertencentes a seis famílias botânicas, com forte predominância da família Fabaceae, tanto em representatividade quanto em número de indivíduos. Ainda que amplamente utilizadas na arborização urbana, as espécies exóticas foram majoritárias, correspondendo a 83% da riqueza, tendência recorrente em diversas cidades brasileiras. Observou-se também forte presença de *Moquilea tomentosa* (oiti), espécie reconhecida pela rusticidade e bom desempenho em ambientes urbanos.

Os parâmetros dendrométricos indicaram a composição, majoritária, de árvores jovens, concentradas nas classes diamétricas de 10 a 25 cm. A altura média de 7,08 m e a área de copa média de 33,41 m² reforçam a predominância de indivíduos em fase de desenvolvimento, embora também indiquem a necessidade de maior diversificação etária para garantir continuidade dos serviços ecossistêmicos ao longo do tempo. A pequena quantidade de árvores recém-plantadas (DAP < 10 cm) evidencia poucas ações de replantio.

As análises de qualificação demonstraram que, embora a maioria das árvores apresente raízes e troncos em condições saudáveis, uma parcela possui raízes em conflito, tronco com casca inclusa, bifurcações mal-formadas e copa com necessidade de poda, o que reflete tanto limitações do espaço urbano quanto falhas no manejo ao longo da vida dos indivíduos.

Quanto a fitossanidade, as condições gerais são satisfatórias, uma vez que 74,58% dos registros não apresentam danos. No entanto, entre os problemas observados, predominaram danos de origem antrópica e podas mal executadas, o que demonstra a importância da educação ambiental, do monitoramento e da capacitação das equipes de manutenção. Os danos bióticos foram pouco expressivos, indicando baixa incidência de pragas e doenças.

Os conflitos com a infraestrutura urbana constituem um dos pontos mais críticos do estudo, onde 43,75% dos registros envolvem contato direto com a rede de fiação, problema persistente na arborização de vias com cabeamento aéreo. Outros conflitos relevantes incluem invasão de

fachadas, obstrução de sinalização e danos às calçadas por raízes superficiais, situações que impactam a mobilidade urbana e a segurança das pessoas.

A avaliação do risco de queda revelou que 81,69% dos indivíduos apresentam risco baixo ou moderado, evidenciando que, de maneira geral, a população arbórea se encontra em condições estruturais favoráveis. Entretanto, a presença de indivíduos classificados como risco alto (15,49%) e extremo (2,82%) exige intervenções imediatas, com ações que podem incluir podas corretivas, tratamentos e, em casos extremos, remoção.

Por fim, os resultados demonstram que a arborização da Avenida Nossa Senhora da Penha apresenta desafios característicos de ambientes urbanos. A predominância de espécies exóticas, os conflitos com a infraestrutura, a necessidade de manejo qualificado e a carência de reposição planejada indicam a necessidade de políticas de arborização mais estratégicas, orientadas por critérios técnicos, seleção de espécies adequadas e planejamento de longo prazo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante desse cenário, recomenda-se: (a) ampliar o uso de espécies nativas e compatíveis com o espaço urbano disponível; (b) aprimorar técnicas de plantio, garantindo áreas adequadas para o desenvolvimento radicular e da copa; (c) aprimorar as práticas de poda, com base em critérios técnicos; (d) integrar o planejamento arbóreo ao planejamento urbano e às concessionárias de serviços; (e) capacitar equipes de manutenção; e (f) instituir um programa permanente de monitoramento e manejo, com avaliações periódicas de risco.

Por fim, a adoção dessas medidas contribuirá para a segurança da população, para a manutenção e melhoria dos serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana e para a construção de um ambiente urbano mais equilibrado e sustentável.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16246: Florestas Urbanas – Manejo. Rio de Janeiro, 2013.

ABREU, M.C.; COELHO JUNIOR, W.P., W.; LUZ, A.R.M.; OLIVEIRA, Y.R.; ROCHA, A.M. Arborização urbana de um município do Nordeste do Brasil: frequência de espécie exótica preocupante. *Acta Biológica Catarinense*, Joinville, v. 10, n. 4, p. 53-68, 2023.

ALMEIDA, D.N.; NETO, R.M.R. Análise da arborização urbana de duas cidades da região Norte do estado de Mato Grosso. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 899-906, out. 2010.

ALVES, L. P.; COSTA, J. A. S.; COSTA, C. B. N. Arborização urbana dominada por espécies exóticas em um país megadiverso: falta de planejamento ou desconhecimento? *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 16, n. 3, p. 1304-1375, 2023.

AMARAL, R.D.A.; CAMPOS, G.C.; GANDOLFO, O.C.B.; SANTOS, V.R.N.; LIMA, R.A.; FONSECA, R. Investigação multidisciplinar do risco de queda de árvore: estudo de caso em pau-ferro, na Cidade de São Paulo/SP. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 11, n. 2, 2022.

ANGÉLICO, T.S. Composição florística da arborização de vias públicas de municípios paulistas. 2025. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2025.

ATAIDE, G.C.V.S.; NETO, T.C.C.; MOREIRA, M.S.; MENDONÇA, B.F.; CARVALHO, A.M.; LATORRACA, J.V.F. Floresta urbana e serviços ecossistêmicos no planejamento urbano: uma abordagem com o modelo i-Tree Eco. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 6, 2025.

BASSO, J.M.; CORRÊA, R.S. Arborização urbana e qualificação da paisagem. *Paisagem e Ambiente*, [S.l.], n. 34, p. 129-148, 2020. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i34p129-148.

BFG 2015. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015.

BIONDI, D.; ALTHAUS, M. Árvores de rua de Curitiba: cultivo e manejo. Curitiba: FUPEF, 2005. 182 p.

BITTENCOURT, M.A.D. Neurociência aplicada ao espaço urbano: forma urbana e a percepção espacial do eixo da Reta da Penha. 2022. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Cidade) — Universidade Vila Velha, Vila Velha, 2022.

BLUM, C.T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A.C.F. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008.

BORTOLETO, S; SILVA FILHO, D.F.; LIMA, A.M.L.P. Prioridades de Manejo para a Arborização Viária da Estância de Águas de São Pedro-SP. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. V. 1, n. 1, 2006.73p.

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. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) — Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BRESSANE, A. et al. Neuro-fuzzy modeling: a promising alternative for risk analysis in urban afforestation management. *Revista Árvore*, v. 42, n. 1, e420106, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100006>. Acesso em: 30 jul. 2022.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D.; NUCCI, J.C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y.T. Proposição de terminologia para o verde urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 1999.

CARCERERI, V.H.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C. Análise da cobertura arbórea das praças de Curitiba – PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 11, n. 2, p. 12–26, 2016.

CEMIG. Manual de Arborização de Belo Horizonte. Belo Horizonte: CEMIG, 2017.

CUNHA, V.L.C.M.; MAGALHÃES, L.M.S.; FREITAS, W.K.; MENDONÇA, B.A.F. Conflitos da arborização com elementos urbanos na cidade de Valença, Estado do Rio de Janeiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 28-41, 2020.

DUNSTER, J.A.; SMILEY, E.T.; MATHENY, N.; LILLY, S. (2017). *Tree Risk Assessment Manual* (2ª ed.). Champaign, IL: International Society of Arboriculture.

FABACEAE IN FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available at:<<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB115>>. Acesso em 25 out. 2025.

FALCÃO, R.S.; GOMES, R.; PÉRES, M.Z.; OLIVEIRA, J.T.; CALLEGARO, R.M. Análise quali-quantitativa da arborização de cinco praças em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v. 15, n. 2, p. 90-103, 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Guidelines on Urban and Peri-urban Forestry*. Rome, 2016.

IBGE. Cidades e estados: Espírito Santo. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/>. Acesso em: 25 out. 2025.

LACERDA, L.I.A.; SILVEIRA, J.A.R.; LIMA, L.E.O.; CARVALHO, G.L.L.; RIBEIRO, E.L.; OLIVEIRA, J.X. Arborização Urbana: desafios e instrumentos para o planejamento integrado com a expansão urbana e as dinâmicas sociais. *Scientific Journal ANAP*, 2025.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 7. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2016. v. 1.

MAGALHÃES, L.M.S. Arborização e florestas urbanas – terminologia adotada para a cobertura arbórea das cidades brasileiras. *Série Técnica Floresta e Ambiente, Seropédica*, v. 0, p. 23-26, jan. 2006.

MAGURRAN, A. E. Measuring biological diversity. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2013. 264 p.

MARCO, J.C.; ASSIS, E.S. Serviços ecossistêmicos prestados pela arborização urbana. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

MARIA, T.R.B.C. Influência da poda no risco de queda da arborização viária de Itanhaém – SP. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

MATTHECK, C., & BRELOER, H. (1994). Field guide for visual tree assessment (VTA). *Arboricultural Journal*, 18, 1–23.

MILANO, M.; DALCIN, E. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Light, 2000. 206 p.

NOBRE, R. V. L. et al. Avaliação espacial e fitossanitária de árvores urbanas no município de Nova Friburgo, RJ. In: OLIVEIRA, R. J. (Org.). *Silvicultura e manejo florestal: técnicas de utilização e conservação da natureza*. 2. ed. São Paulo: Editora Científica, 2021. v. 2, p. 25-54. DOI: <https://doi.org/10.37885/210303773>.

NOWAK, D.J.; HIRABAYASHI, S.; BODINE, A.; GREENFIELD, E.. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. *Environmental Pollution*, v. 193, p. 119–129, 2014.

NOWAK, D. J.; DWYER, J. F. Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: KUSER, J. (Ed.). *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer, 2007.

OCHOSKI, M. Análise de árvores urbanas: estruturação do Protocolo de Inspeção de Árvores de Risco – PIAR. 2024. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Arborização Urbana) — Seropédica, RJ.

OLIVEIRA, A.G.; SILVA, G.B.; SILVA, H.R.F.; SANTOS, M.G.; LIMA, U.D.S. Mapeamento de índices de cobertura vegetal dos bairros de Salvador-BA, 2009. In: *Anais do*

XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, Foz do Iguaçu, PR. São José dos Campos: INPE, 2013. p. 818-825.

OLIVEIRA, W.R.M. Arborização urbana do município de Niterói, RJ: avaliação quali-quantitativa. 2024. 94 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) — Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2024.

PENHA, N.M.E. Avaliação visual de riscos – nível de solo x escalada: uso da escalada como parâmetro para avaliação de risco no manejo arbóreo. 2024. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Arborização Urbana) — Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

RUFINO, M.R.; SILVINO, A.S.; MORO, M.F. Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 70, p. 3-10, 2019.

SANTOS, G.C.V.; NETO, T.C.C.; MOREIRA, M.S.; MENDONÇA, B.A.F.; CARVALHO, A.M.; LATORRACA, J.V.F. Floresta urbana e serviços ecossistêmicos no planejamento urbano: uma abordagem com o modelo i-Tree Eco. *Caderno Pedagógico*, Curitiba, v. 22, n. 6, p. 1-21, 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE, Prefeitura de São Paulo. Manual Técnico de Arborização Urbana. 3. ed. rev. e atual. São Paulo, 2024. 118 p.

SILVA, J.V.M.; BOTEZELLI, L.; BUCCI, M.E.D. Levantamento florístico e análise dos conflitos da arborização urbana da região central de Cabo Verde, Minas Gerais. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 19-36, ago. 2022.

WEBER, A.S.; 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*, v. 17, n. 4, p. 23–40, 2022.

SILVA, A.L.T.; SILVA, M.E.S. Influência de espécies arbóreas no microclima urbano de

ciudades brasileiras. Geosp, v. 29, n. 1, e-222664, jan./abr. 2025. ISSN 2179-0892.

TYRVÄINEN, L. et al. Economic valuation of urban forest benefits. *Journal of Environmental Management*, 2005.

ULRICH, R. S. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 1984.