



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

ANNE KAROLINE DE MELO LISBOA

**A IMPORTÂNCIA DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS
USADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA – REVISÃO**

RIO LARGO, AL

2023

ANNE KAROLINE DE MELO LISBOA

**A IMPORTÂNCIA DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA DE ESPÉCIES ARBÓREAS
USADAS NA ARBORIZAÇÃO URBANA – REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC
apresentado a Universidade Federal de
Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias - CECA, como pré-
requisito para obtenção do grau de
Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Leila de Paula
Rezende

RIO LARGO, AL

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

L769i Lisboa, Anne Karoline de Melo

A importância da resistência da madeira de espécies arbóreas usadas na arborização urbana - revisão. / Anne Karoline de Melo Lisboa - 2023.

61f.; il.

Monografia de Graduação em Engenharia Florestal (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2023.

Orientação: Dra. Leila de Paula Rezende

Inclui bibliografia

1. Arborização urbana. 2. Espécies arbóreas. 3. Madeira - resistência. I. Título

CDU: 624.011:72

FOLHA DE APROVAÇÃO

Anne Karoline de Melo Lisboa

A IMPORTÂNCIA DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA EM ESPÉCIES UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO – REVISÃO

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado a Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, como pré-requisito para obtenção do grau de Bacharel(a) Engenheiro(a) Florestal.

Data de Aprovação: 20 / 10 / 2023.

Banca Examinadora



Documento assinado digitalmente
LEILA DE PAULA REZENDE
Data: 25/10/2023 13:48:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Leila de Paula Rezende
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
(Orientador)



Documento assinado digitalmente
JOAO CORREIA DE ARAUJO NETO
Data: 26/10/2023 14:54:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Correia de Araújo Neto
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA



Documento assinado digitalmente
LEANDRO LIMA CASADO DOS SANTOS
Data: 25/10/2023 19:48:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutorando Prof. Leandro Lima Casado dos Santos
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – CECA
Programa de Pós-graduação Agronomia (produção vegetal)

RESUMO

A arborização urbana é vital para melhorar o ambiente nas cidades e a qualidade de vida. A seleção de espécies arbóreas adequada para garantir a resistência e durabilidade das estruturas de madeira é essencial. Para tanto, é importante cultivar árvores que forneçam madeiras de qualidade, considerando práticas sustentáveis e manejo florestal adequado. Objetivou-se, assim, realizar uma revisão sobre as características de madeiras de espécies arbóreas usadas na arborização urbana. Justificou-se a seleção temática embasando-se na importância de uma arborização urbana de qualidade, que proporcione benefícios ambientais, estéticos e sociais de longo prazo. Sob essa ótica, identificou-se que algumas espécies de árvores que têm se destacado em solo nacional pela resistência da madeira e pelos resultados positivos ao longo prazo na arborização urbana. Destacou-se, portanto, a superioridade dos Ipês (*Handroanthus* spp.; *Tabebuia* spp.), o Jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), o Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), o Angico (*Anadenanthera* spp.) e a Tipuana (*Tipuana tipu*). A utilização destas plantas arbóreas se deve à madeira resistente, durável e adaptada às condições adversas encontradas nas áreas urbanas, contribuindo para a sustentabilidade e longevidade dos projetos de arborização.

Palavras-chave: Arborização Urbana; Plantas Arbóreas; Espécies; Resistência da Madeira.

ABSTRACT

Urban afforestation is vital to improving the environment in cities and the quality of life. A selection of appropriate tree species to guarantee the strength and durability of wooden structures is essential. To this end, it is important to cultivate trees that provide quality wood, considering sustainable practices and adequate forest management. The objective, therefore, was to carry out a review of the characteristics of wood from tree species used in urban afforestation. The thematic selection was justified based on the importance of quality urban afforestation, which provides long-term environmental, aesthetic and social benefits. From this perspective, it is clear that some tree species stand out on national soil due to the resistance of the wood and the positive long-term results in urban afforestation. Therefore, the superiority of Ipê (*Tabebuia* spp.), Jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosifolia*), Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), Angico (*Anadenanthera* spp.) and Jequitibá (*Cariniana* spp.) stood out. The use of these tree plants owes the wood to be resistant, resilient and adapted to adverse conditions in urban areas, contributing to the sustainability and longevity of afforestation projects.

Keywords: Urban Afforestation; Tree Plants; Species; Wood Resistance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 METODOLOGIA	8
3 A REVISÃO: A ESCOLHA ASSERTIVA DA MADEIRA EM ESPÉCIES UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO.....	10
3.1 Importância da Qualidade da Madeira na Arborização Urbana	10
3.2 Caracterização das Madeiras Utilizadas na Arborização.....	20
3.2.1. Mensuração das características da madeira em espécies arbóreas usadas em arborização.....	21
3.2.2 Métodos de manutenção e manejo aplicadas para aumento da longevidade da madeira em espécies utilizadas na arborização.....	27
3.3 Cultivo e Comportamento das Madeiras Aplicadas na Arborização	35
3.4 Espécies de Árvores com Madeiras de Qualidade para Arborização Urbana	40
4 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

A arborização urbana é um elemento essencial para a melhoria do ambiente nas cidades, contribuindo para a qualidade de vida dos habitantes. As espécies arbóreas que compõem essa arborização desempenham um papel crucial na garantia da resistência e durabilidade das estruturas de madeira presentes na arborização (XIMENEZ, 2018). Para isso, é fundamental utilizar madeiras capazes de suportar as condições adversas encontradas nas áreas urbanas (ZANELA, 2021).

Deste modo, torna-se fundamental analisar o cultivo das árvores que fornecem madeiras de qualidade, considerando aspectos como manejo florestal e práticas sustentáveis. Do mesmo modo, é relevante compreender o comportamento das madeiras no ambiente urbano, incluindo fatores como crescimento, adaptação a diferentes solos e tolerância a estresses urbanos. (XIMENEZ, 2018)

Analogamente, a natureza e a importância do tema da escolha da madeira na arborização urbana estão intrinsecamente ligadas à busca por uma arborização sustentável e duradoura. A qualidade da madeira utilizada nas estruturas presentes na arborização tem um impacto direto na sua resistência, durabilidade e manutenção. Escolher madeiras inadequadas pode levar a problemas como a deterioração precoce das estruturas, quebra ou colapso, gerando custos adicionais de manutenção e substituição (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Entender a importância da resistência da madeira em espécies utilizadas na arborização se justifica pela necessidade de obter uma arborização urbana de qualidade, que proporcione benefícios ambientais, estéticos e sociais de longo prazo. A utilização de madeiras de qualidade adequada para a arborização contribui para a sustentabilidade dos espaços urbanos, melhorando a funcionalidade e a segurança das estruturas, além de proporcionar um ambiente mais agradável para os habitantes das cidades (SOUZA *et al.*, 2022).

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão sobre as características de madeiras de espécies arbóreas usadas na arborização urbana, visando, compreender os aspectos relacionados ao cultivo das árvores que fornecem madeiras de qualidade; investigar o comportamento das madeiras utilizadas na arborização urbana; e inventariar as espécies de árvores reconhecidas por possuírem madeiras de qualidade adequadas à arborização urbana.

A questão-problema central advém da seguinte indagação: Como a escolha assertiva da madeira em espécies utilizadas na arborização pode ser melhor definida a partir da avaliação da resistência?

Figura 1 - Av. Fernandes Lima - Maceió/AL



Foto: Folha de Alagoas

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão bibliográfica de natureza documental norteada por uma pesquisa qualitativa, transversal, retrospectiva e exploratória sobre a resistência da madeira em espécies arbóreas utilizadas na arborização. Portanto, embasou-se em dados advindos de obras e artigos científicos, tanto nacionais quanto estrangeiros, dos últimos 10 anos disponíveis em bancos de dados como Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/schhp?hl=ptPT>) e Scielo (www.scielo.br).

Foram excluídos do estudo fragmentos de textos e artigos incompletos que não abordavam diretamente o tema em questão, assim como obras que não atendiam aos critérios pré-determinados de linguagem, incluindo apenas trabalhos redigidos em português, espanhol e inglês. Nesta revisão, foram utilizadas palavras-chave como: “arborização urbana”, “plantas arbóreas”, “espécies”; “resistência da madeira”.

O estudo foi estruturado em quatro linhas de pesquisa:

1. Importância da qualidade da madeira na arborização urbana

Neste tópico foi relatado como as madeiras utilizadas impactam na durabilidade e no desempenho das estruturas presentes na arborização, destacando a necessidade de escolher madeiras de qualidade reconhecida para evitar problemas futuros.

2. Caracterização das madeiras utilizadas na arborização

Foi correlacionada a caracterização das madeiras utilizadas na arborização com a sua resistência e durabilidade, demonstrando as principais características desejáveis dessas madeiras, como densidade, resistência mecânica e durabilidade natural, e como esses atributos influenciam na sua resistência a agentes biológicos e às condições ambientais adversas.

3. Cultivo e comportamento das madeiras aplicadas na arborização

Foram abordados aspectos relacionados ao manejo florestal e às práticas sustentáveis envolvidas no cultivo de espécies arbóreas que fornecem madeiras de qualidade. Também foi discutido o comportamento dessas madeiras no ambiente urbano, considerando fatores como crescimento, adaptação a diferentes solos e tolerância a estresses urbanos.

4. Espécies arbóreas com madeiras de qualidade para arborização urbana

Foi feito um relato das espécies arbóreas com madeiras de qualidade para arborização urbana, apresentando exemplos de espécies reconhecidas por possuírem madeiras adequadas, destacando suas características específicas, como

resistência a pragas e doenças, capacidade de regeneração e crescimento adequado para o espaço disponível.

Sendo assim, intenciona-se corroborar para com a área de Engenharia Florestal, além de compor um conteúdo robusto direcionado para estudos futuros que tornem a aplicar os conceitos relacionados nesta investigação em pesquisas de cunho prático.

3 A REVISÃO: A ESCOLHA ASSERTIVA DA MADEIRA EM ESPÉCIES UTILIZADAS NA ARBORIZAÇÃO

3.1 Importância da Qualidade da Madeira na Arborização Urbana

A arborização urbana, como prática de introdução de árvores nas áreas urbanas, desempenha um papel fundamental na melhoria da qualidade de vida dos habitantes das cidades. A sua importância é respaldada por diversos estudos e pesquisas que evidenciam os benefícios socioambientais que as árvores proporcionam, tais como a melhoria do microclima, a redução da poluição sonora e do ar, a retenção de água da chuva, a promoção da biodiversidade e a valorização estética do ambiente urbano (KLINGENBERG, 2022).

Ela não se resume apenas ao plantio indiscriminado de árvores nas ruas e praças. Para que a arborização seja efetiva e sustentável, é necessário considerar uma série de fatores técnicos e científicos na seleção e manejo das espécies arbóreas (SANTANA, 2018).

As árvores, de acordo com Abreu et al. (2020) são “muito importantes para comunidade urbana, elas desempenham um papel vital para o bem-estar da sociedade, diminuindo a rudeza e rigidez das construções e das vias públicas”.

A escolha das árvores para a arborização urbana requer o conhecimento das características individuais de cada espécie, como o porte, a forma de crescimento, a exigência hídrica, a resistência a pragas e doenças, a capacidade de adaptação ao ambiente urbano e a resistência às condições adversas. Além disso, é fundamental

considerar as características do local de plantio, como o tipo de solo, a disponibilidade de espaço e a exposição ao sol e ao vento (PAULA; BRIOSO, 2021).

O uso de espécies nativas é geralmente recomendada, pois apresentam maior adaptabilidade às condições locais, contribuem para a conservação da biodiversidade e são menos propensas a causar problemas de invasão biológica. No entanto, em alguns casos, espécies exóticas também podem ser consideradas desde que sejam adequadas ao ambiente urbano e não representem riscos de invasão (PAULA; BRIOSO, 2021).

Figura 2- Pau-ferro | *Caesalpinia leiostachya*



Fonte: <https://www.archdaily.com.br/> Foto: Mauro Guanandi

Além da seleção das espécies, o manejo adequado das árvores é essencial para garantir o seu bom desenvolvimento e longevidade. Isso inclui a realização de podas corretivas e preventivas, a manutenção da saúde das árvores por meio de controle de pragas e doenças, e a implementação de práticas de irrigação e adubação adequadas (EMERICK; MARTINI, 2020).

É importante destacar que a arborização urbana deve ser realizada de acordo com as diretrizes e normas estabelecidas pelos órgãos responsáveis, visando garantir a segurança, a integridade das estruturas urbanas e o bem-estar da população. Essas diretrizes incluem aspectos relacionados ao espaçamento entre as árvores, ao tamanho das raízes, às distâncias mínimas de plantio em relação a edificações e infraestruturas subterrâneas, entre outros (SANTANA, 2018).

A seleção criteriosa das espécies, o manejo adequado e o cumprimento das normas e diretrizes são fundamentais para garantir uma arborização urbana sustentável, capaz de promover benefícios socioambientais duradouros nas cidades (EMERICK; MARTINI, 2020).

A diversidade da flora brasileira oferece uma ampla variedade de espécies arbóreas que poderiam ser consideradas para a arborização urbana. No entanto, é importante ressaltar que nem todas as espécies nativas são adequadas para esse fim, devido a características específicas que podem representar riscos para a população e para as infraestruturas urbanas (PAULA; BRIOSO, 2021).

Algumas espécies apresentam um porte muito elevado, o que pode resultar em problemas de interferência com a rede elétrica, edificações e outras estruturas urbanas. Árvores com raízes volumosas também podem representar riscos, pois podem danificar calçadas, tubulações subterrâneas e até mesmo as fundações de construções próximas (SANTANA, 2018). Como exemplo de árvores de grande porte temos a Sumaúma (*Ceiba pentandra*), o Jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), a Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), a Peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e a Gameleira (*Ficus organensis*) (Figura 3).

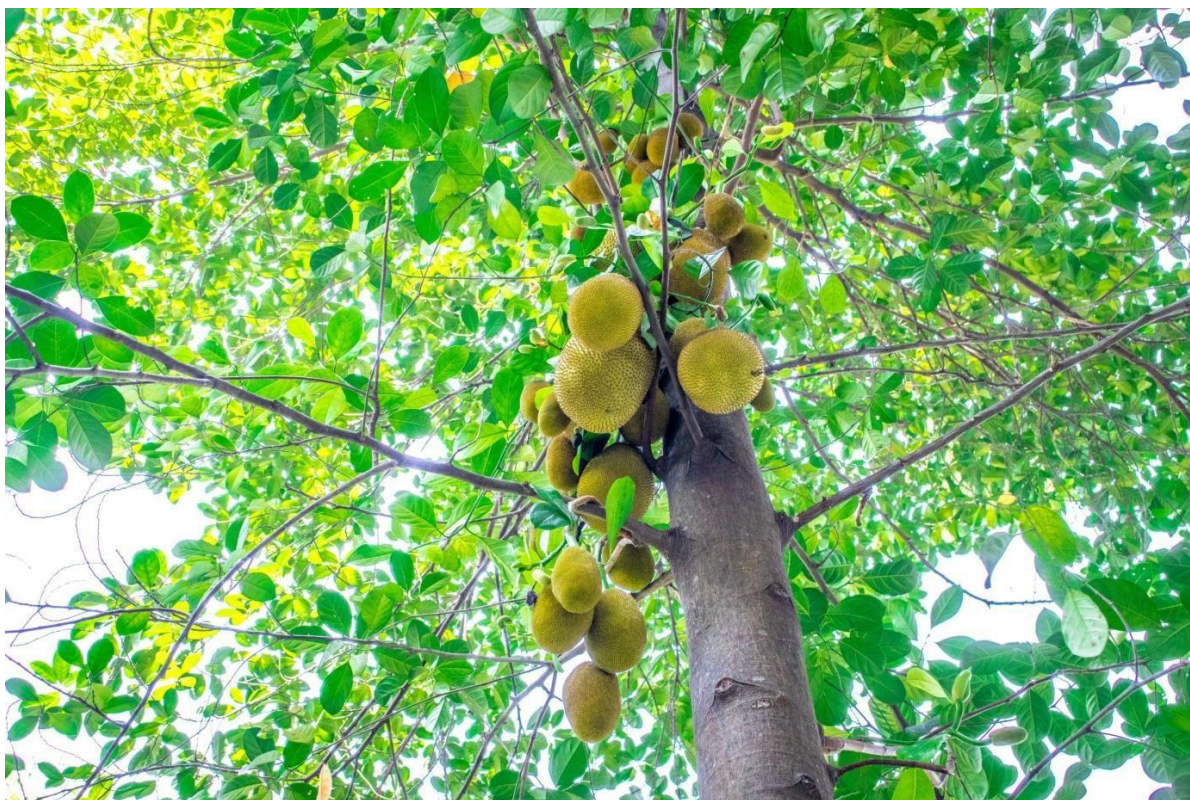
Figura 3 – Gameleira | *Ficus organensis*



Fonte: Programa Saúde Total Foto: Carlos Amorim

Árvores com frutos de grande tamanho ou com galhos frágeis, devido a queda desses elementos, podem representar perigos para a segurança das pessoas e dos bens materiais. A resistência ao vento também é um aspecto importante a ser considerado, uma vez que espécies com galhos quebradiços ou estrutura frágil podem ser facilmente danificadas durante eventos climáticos adversos (PAULA; BRIOSO, 2021). Alguns exemplos como a árvore do sapoti ou Sapotizeiro (*Manilkara achras/Achras zapota*), a Jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*) (Figura 4) e até mesmo a famosa Mangueira (*Mangifera indica*).

Figura 4 - Jaqueira | *Artocarpus heterophyllus*



Fonte: Shutterstock.com Foto: Zulashai

Diante destas questões, os critérios de seleção das espécies para a arborização urbana, precisam abordar não apenas critérios estéticos, mas também aspectos relacionados à segurança e à manutenção do espaço público. Nesse sentido, são recomendadas espécies que apresentem porte adequado ao ambiente urbano, com menor risco de danos às infraestruturas e menor probabilidade de causar acidentes (KLINGENBERG, 2022).

A definição de critérios para a seleção de espécies envolve a análise das características de crescimento das árvores, como o porte adulto, o desenvolvimento radicular e a resistência a intempéries (estética, características específicas como liberação de pólen, cheiro, caducifolia, dentre outras). Também é cabível considerar as necessidades específicas de cada local, como a disponibilidade de espaço, a presença de redes subterrâneas e a carga eletromagnética da região (PAULA; BRIOSO, 2021).

Ao estabelecer diretrizes para o plantio de árvores em áreas urbanas, é possível evitar problemas futuros e garantir a segurança e o bem-estar da população. A participação de profissionais especializados, como engenheiros

agrônomos, engenheiros florestais e paisagistas, é essencial para a seleção e o manejo das espécies, levando em conta os aspectos técnicos e a realidade local (SANTANA, 2018).

Portanto, a multiplicidade de espécies arbóreas existentes na flora brasileira não implica que todas sejam apropriadas para o plantio em áreas urbanas. É necessário um cuidadoso processo de seleção e planejamento, considerando-se as características específicas de cada espécie e os potenciais riscos associados, a fim de promover uma arborização urbana segura, esteticamente agradável e ambientalmente sustentável (EMERICK; MARTINI, 2020).

As características da madeira utilizada na arborização urbana têm um impacto significativo na durabilidade e desempenho das estruturas presentes nesse contexto. A resistência e a qualidade da madeira influenciam diretamente a capacidade das estruturas de suportar as condições adversas encontradas nas áreas urbanas, como mudanças climáticas, agentes biológicos e estresses mecânicos (VASQUES, 2020).

Além disso, a resistência mecânica da madeira, que está relacionada à sua capacidade de suportar cargas e tensões, é um fator crucial para a durabilidade das estruturas na arborização. Madeiras com alta resistência mecânica são mais capazes de resistir a impactos, torções e deformações, proporcionando uma maior vida útil e reduzindo a necessidade de manutenção frequente (OSAKO *et al.*, 2016).

Outra característica importante é a durabilidade natural da madeira, que está relacionada à sua resistência à deterioração causada por fungos, insetos e outros agentes biológicos. Madeiras com alta durabilidade natural são menos suscetíveis ao apodrecimento e à decomposição, tornando-as ideais para ambientes urbanos onde a exposição à umidade e a condições favoráveis ao desenvolvimento de microorganismos é comum (SANTANA, 2018).

A influência da madeira na arborização, tanto urbana quanto rural, é de grande importância e pode ser analisada sob os prismas da engenharia florestal. A utilização da madeira na arborização urbana tem como objetivo principal proporcionar benefícios ambientais, estéticos e funcionais, enquanto na arborização rural, busca-se promover o manejo sustentável dos recursos florestais (KLINGENBERG, 2022).

Na arborização urbana, a presença de árvores e, conseqüentemente, de madeira tem reflexo direto na melhoria da qualidade ambiental das cidades. (EMERICK; MARTINI, 2020).

Já na arborização rural, a influência da madeira é percebida principalmente na utilização sustentável dos recursos florestais. A engenharia florestal desempenha um papel fundamental nesse cenário, pois envolve o planejamento, a implantação e a gestão de florestas para diversos fins, incluindo a produção de madeira. Através de técnicas de manejo florestal adequadas, é possível obter madeira de qualidade, garantindo a sustentabilidade do ecossistema florestal. A engenharia florestal também contribui para a conservação da biodiversidade, a proteção dos recursos hídricos e a promoção do desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais (EMERICK; MARTINI, 2020).

Ainda mais, a utilização da madeira na arborização, tanto urbana quanto rural, deve ser pautada por critérios técnicos e científicos. É preciso considerar as espécies mais adequadas para cada contexto, levando em conta as características do ambiente, da resistência a pragas e doenças, da adaptabilidade ao clima e o porte adequado para evitar danos à infraestrutura urbana ou rural (KLINGENBERG, 2022).

A estabilidade dimensional da madeira é outro fator importante a considerar. A variação dimensional, como o inchamento e a retração, pode levar à deformação e rachaduras nas estruturas. Portanto, madeiras com baixa variação dimensional são mais adequadas para aplicações na arborização urbana, garantindo a integridade das estruturas ao longo do tempo (KLINGENBERG, 2022).

A seleção adequada com base em sua densidade, resistência mecânica, durabilidade natural e estabilidade dimensional de madeiras é essencial para garantir a longevidade das estruturas, reduzir a necessidade de manutenção e promover uma arborização urbana mais resiliente e sustentável (KLINGENBERG, 2022).

Por outro lado, a não observância dessas características da madeira podem resultar em riscos à segurança pública, custos adicionais de manutenção e substituição, além de impactos negativos na estética e funcionalidade do ambiente urbano. Uma das principais preocupações é a deterioração da madeira devido à ação de agentes biológicos, como fungos e insetos. Madeiras de qualidade inferior, com menor durabilidade natural, são mais suscetíveis à infestação e decomposição, comprometendo sua integridade estrutural ao longo do tempo. Portanto, a escolha de madeiras com alta durabilidade natural é essencial para evitar problemas

relacionados à deterioração, garantindo a longevidade das estruturas de madeira na arborização (EMERICK; MARTINI, 2020).

Estruturas de madeira sujeitas a cargas excessivas, ventos fortes ou outras tensões mecânicas podem apresentar falhas estruturais se a madeira não possuir resistência adequada. Ao optar por madeiras com alta resistência mecânica, é possível reduzir significativamente o risco de problemas relacionados à quebra ou colapso, proporcionando maior segurança para os usuários do ambiente urbano (VASQUES, 2020).

Figura 5 - Palmeiras | *Arecaceae*



Fonte: Estado De Minas Gerais Foto: Pixabay

A estabilidade dimensional da madeira também correlaciona-se com a prevenção de problemas futuros. Variações dimensionais significativas, como o inchamento e a retração da madeira em resposta às variações de umidade e temperatura, podem levar à deformação e rachaduras nas estruturas (KLINGENBERG, 2022). A escolha de madeiras com baixa variação dimensional contribui para a estabilidade das estruturas, evitando problemas relacionados a deformações e garantindo sua funcionalidade e estética ao longo do tempo. Logo, a

atenção cuidadosa a esses aspectos contribui para uma arborização urbana mais resiliente, sustentável e funcional, proporcionando benefícios duradouros para a comunidade (OSAKO *et al.*, 2016).

A legislação e as diretrizes relacionadas à arborização são fundamentais na regulamentação da escolha e do uso da madeira nesse contexto. Essas políticas têm como objetivo principal garantir a segurança e a sustentabilidade das estruturas de madeira nas áreas urbanas, promovendo a preservação do ambiente, o bem-estar da população e a integridade das edificações. É necessário conhecer as normas, leis e diretrizes existentes para compreender como elas influenciam a seleção das espécies e as práticas de manejo florestal (VASQUES, 2020).

No Brasil, por exemplo, há leis específicas que estabelecem parâmetros e critérios para a arborização urbana, como a Lei de Arborização Urbana (Lei nº 12.651/2012) e a Norma Brasileira de Arborização Urbana (NBR 16246/2013). Tais legislações visam orientar a escolha adequada das espécies de árvores, incluindo aquelas com madeiras de qualidade, levando em consideração fatores como o porte das árvores, a distância mínima em relação às edificações, a resistência ao vento, a compatibilidade com a infraestrutura urbana, entre outros (VASQUES, 2020).

As diretrizes técnicas, como manuais e guias, culminam em orientações práticas para a seleção, plantio e manejo das árvores urbanas, considerando também a resistência da madeira. Essas diretrizes estabelecem critérios para a escolha de espécies adequadas ao ambiente urbano, levando em conta sua resistência a pragas e doenças, capacidade de regeneração e crescimento adequado para o espaço disponível. Do ponto de vista técnico, tais documentos estabelecem meios práticos de manejo sustentável, como a poda adequada, a proteção das raízes e a manutenção periódica das árvores (EMERICK; MARTINI, 2020).

A influência das políticas relacionadas à arborização urbana na seleção das espécies e nas práticas de manejo florestal é notável. Ao seguir as normas e diretrizes estabelecidas, os profissionais envolvidos na arborização urbana são orientados a fazer escolhas embasadas em critérios técnicos e científicos, visando a segurança das estruturas de madeira e a sustentabilidade do ambiente urbano (EMERICK; MARTINI, 2020).

Entretanto, é importante ressaltar que as políticas podem variar de acordo com a região e o contexto local, sendo necessário considerar as especificidades de

cada localidade ao aplicar as diretrizes. Além disso, a atualização e a revisão periódica dessas normas e diretrizes são fundamentais para acompanhar as mudanças nas demandas urbanas, as novas pesquisas e os avanços tecnológicos (OSAKO *et al.*, 2016).

O ambiente urbano apresenta uma série de fatores que podem influenciar a resistência da madeira utilizada na arborização tais como na poluição, variações climáticas, umidade e exposição a agentes químicos, representam desafios significativos para as estruturas de madeira presentes nas áreas urbanas. É importante avaliar como esses elementos afetam a durabilidade e o desempenho da madeira, bem como selecionar espécies resilientes para enfrentar tais desafios (PENNA, 2022).

A poluição atmosférica, comumente encontrada nas áreas urbanas, pode ter um impacto negativo na resistência da madeira. A presença de gases, partículas e poluentes no ar podem levar à degradação da superfície da madeira, comprometendo sua integridade estrutural e acelerando seu processo de deterioração. Ademais, a exposição frequente a variações climáticas, como chuva, sol intenso e mudanças bruscas de temperatura, podem causar expansão e contração da madeira, levando a rachaduras e deformações (PENNA, 2022).

A umidade consiste em outro fator crítico no ambiente urbano que pode afetar a resistência da madeira. A presença de umidade excessiva, seja devido à irrigação inadequada, vazamentos de água ou condições de alta umidade relativa, pode favorecer o crescimento de fungos, bactérias e insetos que se alimentam da madeira, resultando em sua deterioração acelerada. Além disso, a exposição a agentes químicos, como produtos químicos industriais, fertilizantes, herbicidas e pesticidas, pode ter efeitos corrosivos na madeira, comprometendo sua resistência e durabilidade (EMERICK; MARTINI, 2020).

Outrossim, algumas espécies possuem características naturais que as tornam mais adaptadas ao ambiente urbano, como alta resistência a pragas e doenças, capacidade de regeneração eficiente e tolerância a condições adversas. Além disso, a aplicação de tratamentos preservativos na madeira como, a utilização de produtos químicos específicos, pode contribuir para melhorar sua resistência e prolongar sua vida útil nas áreas urbanas (PENNA, 2022).

Embasando-se em fatores e desafios específicos do ambiente urbano, possibilita-se tomar medidas preventivas e proativas para minimizar os efeitos

negativos na resistência da madeira. Isso envolve a adoção de práticas adequadas de manejo, como a escolha de espécies resistentes e adaptadas ao ambiente urbano, o planejamento e a manutenção adequados das estruturas de madeira, a aplicação de tratamentos preservativos quando necessário e o monitoramento regular das condições ambientais (EMERICK; MARTINI, 2020).

3.2 Caracterização das Madeiras Utilizadas na Arborização

Na arborização urbana, para a escolha das madeiras ser plantada ou usada como mobiliários deve-se considerar uma série de características desejáveis que influenciam diretamente na qualidade e durabilidade das estruturas. Entre as principais características a serem observadas estão a densidade, resistência mecânica e durabilidade natural (KLINGENBERG, 2022).

A densidade da madeira é uma característica que está intimamente relacionada à sua resistência e durabilidade. Madeiras mais densas tendem a apresentar maior resistência aos esforços mecânicos, suportando melhor as cargas aplicadas e reduzindo a probabilidade de deformações e quebras. Além disso, a densidade também está relacionada à durabilidade da madeira, pois madeiras mais densas são geralmente mais resistentes à ação de fungos e insetos, prolongando sua vida útil (OSAKO *et al.*, 2016).

Primeiramente, a densidade da madeira desempenha um papel crucial na sua resistência estrutural. Madeiras mais densas tendem a ser mais duráveis e menos suscetíveis à deformação, o que as torna adequadas para aplicações que exigem maior resistência, como suportar cargas ou ventos fortes. Por outro lado, madeiras menos densas podem ser mais leves e adequadas para estruturas usadas em arborização que exigem menor resistência, como treliças ornamentais (EMERICK; MARTINI, 2020).

Uma madeira com alta resistência mecânica é capaz de suportar melhor as tensões e esforços a que está sujeita, como ventos fortes, mudanças climáticas e cargas estruturais. Essa resistência contribui para a estabilidade e segurança das estruturas de madeira na arborização urbana, evitando problemas como deformações excessivas, quebras e colapsos (OSAKO *et al.*, 2016).

Já a durabilidade natural é uma característica intrínseca da madeira que está relacionada à sua resistência à ação de agentes biológicos, como fungos, insetos e outros organismos decompositores. Madeiras com alta durabilidade natural são menos suscetíveis à deterioração e têm maior resistência ao apodrecimento, o que contribui para sua longevidade e minimiza a necessidade de tratamentos químicos adicionais. Essa característica é particularmente importante em ambientes urbanos, onde as estruturas de madeira estão expostas a condições adversas e à umidade (EMERICK; MARTINI, 2020).

As características da madeira, como densidade, resistência mecânica e durabilidade natural, são substanciais na resistência à ação de agentes biológicos e às condições ambientais adversas na arborização urbana (KLINGENBERG, 2022).

A densidade da madeira está diretamente relacionada à sua resistência à deterioração causada por agentes biológicos. Madeiras mais densas têm uma estrutura mais compacta, o que dificulta a penetração e a proliferação de fungos, insetos e microorganismos. Com essa característica impede-se ou culmina-se de modo retardante na degradação da madeira, contribuindo para a sua durabilidade e prolongando a vida útil das estruturas na arborização (KLINGENBERG, 2022).

A resistência mecânica da madeira também influencia sua capacidade de resistir a condições ambientais adversas. Madeiras com alta resistência mecânica são mais capazes de suportar cargas e tensões provenientes de ventos fortes, tempestades e outros eventos climáticos extremos. Essa resistência reduz a probabilidade de danos estruturais, como quebras e colapsos, proporcionando maior segurança e longevidade às estruturas de madeira na arborização urbana (PENNA, 2022).

Além disso, a durabilidade natural da madeira é um fator determinante na sua resistência aos agentes biológicos e às condições ambientais. Madeiras com alta durabilidade natural possuem compostos químicos intrínsecos que dificultam a ação de fungos, insetos e outros organismos decompositores, conferindo resistência à podridão, à deterioração e ao ataque de pragas, preservando a integridade estrutural da madeira e minimizando a necessidade de tratamentos adicionais (PENNA, 2022).

3.2.1. Mensuração das características da madeira em espécies arbóreas usadas em arborização

Para a resistência da madeira, diversos métodos podem ser utilizados para determinar suas propriedades mecânicas. Dois métodos amplamente empregados são o ensaio de flexão estática e o ensaio de compressão paralela às fibras. Esses ensaios fornecem informações essenciais sobre a capacidade da madeira de suportar cargas e resistir a deformações, sendo importantes para a seleção adequada das espécies utilizadas na arborização urbana (FABRICANTE *et al.*, 2017).

O ensaio de flexão estática é realizado submetendo-se uma amostra de madeira a uma força aplicada em seu ponto central, gerando uma curvatura na peça. Esse ensaio permite avaliar a resistência da madeira à flexão e determinar os valores de tensão de ruptura e deformação antes da falha. A partir dessas informações, é possível conhecer a capacidade da madeira de resistir a cargas aplicadas em diferentes situações, como ventos fortes, sobrecargas ou peso de galhos e folhagem (GOMES *et al.*, 2019).

Por outro lado, o ensaio de compressão paralela às fibras, que consiste na aplicação de uma força de compressão na direção paralela às fibras da madeira, precisa ser aplicado, haja vista que este ensaio permite determinar a resistência da madeira à compressão e sua capacidade de suportar cargas em situações como a ação do vento ou a pressão causada pelo próprio peso da árvore. Os valores obtidos nesse ensaio são importantes para dimensionar corretamente as estruturas de madeira utilizadas na arborização urbana e garantir sua resistência e estabilidade (REBOUÇAS *et al.*, 2022). Segundo estudos de Viana, 2019 seguindo as normas da NBR: 7190/97, os resultados dos ensaios, no entanto, não representam as propriedades mecânicas da madeira serrada utilizadas em estruturas, pois estas variam com o teor de umidade, tempo de duração da carga e com a ocorrência de defeitos. Onde:

- f_k é a resistência característica (kN/m^2);
- f_m é o valor médio de resistência da madeira (kN/m^2);
- Y_w : é o coeficiente de majoração.

Na Tabela 1 podemos observar alguns parâmetros referentes ao valor de coeficiente ideal.

Tabela 1: Valores do coeficiente Y_w

Esforço	fk/fm	Yw
Compressão paralela às fibras	0,7	1,4
Tração paralela às fibras	0,7	1,8
Cisalhamento paralelo às fibras	0,54	1,8

Fonte: (VIANA, 2019)

Assim como nos ensaios mecânicos, se faz relevante considerar a observação do comportamento da madeira em campo, mediante inspeções periódicas e monitoramento das estruturas. Esse acompanhamento permite verificar possíveis sinais de deterioração, como rachaduras, apodrecimento ou ataque de pragas, e adotar medidas de manutenção adequadas (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Porém, a escolha dos métodos de avaliação da resistência da madeira deve abranger a normatização técnica e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes. Esses métodos permitem uma avaliação precisa e confiável das características mecânicas da madeira, auxiliando na seleção de espécies adequadas para a arborização urbana e garantindo a segurança e durabilidade das estruturas (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Assim, os ensaios de flexão estática e compressão paralela às fibras são métodos eficientes para avaliar a resistência da madeira utilizada na arborização urbana. A combinação desses ensaios com a observação em campo proporciona uma abordagem abrangente na avaliação do desempenho e durabilidade das estruturas de madeira, contribuindo para a segurança e eficiência da arborização urbana (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

Os testes de laboratório utilizados para a avaliação da resistência da madeira tem normas técnicas definidas e padrões estabelecidos, cujo objetivo é garantir a confiabilidade e a comparabilidade dos resultados obtidos, além de assegurar a aplicação de metodologias padronizadas (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Esses testes de laboratório seguem procedimentos específicos que estabelecem as condições de preparação das amostras, os equipamentos a serem utilizados e os parâmetros de ensaio a serem medidos. As normas técnicas são estabelecidas por instituições reconhecidas, como órgãos de padronização e associações técnicas, e visam proporcionar um método rigoroso e consistente de avaliação da resistência da madeira (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

No âmbito desses testes, são aplicadas diversas técnicas, como ensaios destrutivos e não destrutivos, para determinar as propriedades mecânicas da

madeira. Os ensaios destrutivos envolvem a aplicação de forças ou cargas às amostras de madeira até a falha, permitindo a obtenção de parâmetros como resistência à compressão, resistência à flexão e resistência ao cisalhamento. Esses ensaios são realizados utilizando equipamentos específicos, como máquinas de ensaio universal, que aplicam forças controladas nas amostras, registrando os valores de carga e deformação (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Já os ensaios não destrutivos são métodos que não causam danos significativos à amostra de madeira, permitindo avaliar suas propriedades sem comprometer sua integridade estrutural. Entre os ensaios não destrutivos mais utilizados estão o ultrassom, a resistografia e a análise por imagem, que fornecem informações sobre a densidade, a uniformidade e a integridade interna da madeira (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

Ao seguir as normas e padrões estabelecidos, os testes de laboratório garantem resultados confiáveis e replicáveis, permitindo uma avaliação precisa da resistência da madeira. As normas e padrões a serem seguidos dependem da região geográfica e das regulamentações específicas do local, sendo essencial que os testes de laboratório sejam conduzidos de acordo com as normas pertinentes e as recomendações técnicas estabelecidas. (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A análise estrutural complementa a inspeção visual consiste em examinar cuidadosamente as características visíveis da madeira, como sua aparência, coloração, textura e presença de fissuras, rachaduras, deformações ou sinais de deterioração. Esse processo permite identificar possíveis defeitos e anomalias que possam comprometer a resistência e a durabilidade da madeira. Além disso, a inspeção visual também pode revelar indícios de infestação por pragas, doenças ou danos causados por agentes biológicos (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A análise estrutural complementa a inspeção visual, concentrando-se na avaliação da integridade e estabilidade das estruturas de madeira presentes na arborização urbana. Isso envolve a observação minuciosa de elementos como troncos, galhos, raízes e ramificações, a fim de identificar possíveis falhas estruturais, como rachaduras, inclinação excessiva, apodrecimento ou perda de resistência. Além disso, a análise estrutural também leva em consideração fatores como o espaçamento adequado entre as árvores, a orientação dos galhos em relação à força do vento e a presença de elementos de sustentação, como tutores e estacas (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

A observação em campo oferece a vantagem de permitir uma análise direta das condições reais das árvores e de suas estruturas de madeira no ambiente urbano. Dessa forma, é possível obter informações valiosas sobre o desempenho da madeira em condições reais de exposição a fatores ambientais, como variações climáticas, umidade, poluição atmosférica e agentes químicos presentes nas áreas urbanas (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

Essa abordagem combinada de inspeção visual e análise estrutural em campo oportuniza a compreensão geral acerca resistência da madeira utilizada na arborização urbana. Essas informações ajudam a identificar problemas potenciais e a tomar medidas adequadas de manejo e manutenção das árvores e de suas estruturas de madeira, visando garantir sua integridade, durabilidade e segurança (SANTANA, 2018).

Neste eixo, os estudos de resistência da madeira específicos para a arborização urbana desempenham um papel fundamental na escolha adequada das espécies utilizadas nesse contexto. É importante considerar as características individuais de cada espécie, levando em conta sua resistência, durabilidade e comportamento no ambiente urbano (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Cada espécie de árvore dispõe de suas próprias propriedades físicas, químicas e estruturais, que influenciam sua resistência à ação de agentes biológicos, condições ambientais adversas e estresses urbanos. Portanto, realizar estudos específicos de resistência da madeira permite compreender melhor o desempenho dessas espécies em contextos urbanos, contribuindo para a seleção adequada e a sustentabilidade da arborização urbana (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Ao considerar as características individuais das espécies, é possível identificar aquelas que apresentam maior resistência à ação de pragas e doenças, bem como maior capacidade de regeneração e crescimento adequado para o espaço disponível. Essas informações são essenciais para garantir a longevidade das árvores e das estruturas de madeira, evitando problemas futuros relacionados à deterioração, quebra ou colapso (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Além disso, os estudos de resistência da madeira específicos para a arborização urbana permitem avaliar a adequação das espécies às condições ambientais e aos estresses próprios do ambiente urbano. Fatores como a poluição, as variações climáticas, a umidade e a exposição a agentes químicos podem afetar

a resistência da madeira, tornando necessário selecionar espécies resilientes que possam lidar melhor com essas condições adversas. Assim, embasa-se a seleção de espécies adequadas, o manejo sustentável e a promoção de espaços urbanos mais seguros e resilientes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida das comunidades e para a preservação do meio ambiente (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Além da importância de considerar as características individuais das espécies na resistência da madeira para a arborização urbana, é igualmente relevante levar em conta as variações de resistência entre diferentes indivíduos da mesma espécie. Embora uma espécie de árvore possa ser reconhecida por possuir características gerais de resistência, é importante reconhecer que cada indivíduo dentro dessa espécie pode apresentar variações em suas propriedades físicas e químicas (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Essas variações denotam-se por estar relacionadas a fatores como a genética, o ambiente em que a árvore cresce, as condições de cultivo e o manejo florestal adotado. Tais reverberações impactam diretamente a densidade, resistência mecânica e durabilidade da madeira de cada indivíduo, resultando em diferenças significativas em sua resistência global (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Portanto, identificar e compreender essas variações de resistência entre os indivíduos da mesma espécie é fundamental para uma seleção mais precisa e informada das árvores a serem utilizadas na arborização urbana. Essa análise mais detalhada pode envolver a realização de testes de resistência em diferentes amostras de madeira, bem como a análise de dados provenientes de estudos comparativos (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Ao considerar as variações de resistência entre diferentes indivíduos da mesma espécie, é possível selecionar aqueles com características mais adequadas às demandas específicas da arborização urbana. Isso inclui a capacidade de resistir a agentes biológicos, suportar as condições ambientais adversas e se adaptar aos estresses urbanos, resultando em árvores mais resilientes e duráveis (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

A identificação dessas variações de resistência também corrobora para o desenvolvimento de programas de melhoramento genético, visando a seleção de árvores com características desejáveis de resistência da madeira. Essa abordagem pode fornecer material genético mais resistente, contribuindo para aprimorar a qualidade das árvores utilizadas na arborização urbana (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

A tomada de decisões relacionadas à resistência da madeira na arborização urbana requer embasamento científico sólido para garantir escolhas adequadas e fundamentadas. Através de estudos científicos e pesquisas, é possível obter informações valiosas sobre as propriedades físicas, mecânicas e químicas da madeira, bem como sua resistência a diferentes agentes biológicos e condições ambientais adversas (DUARTE *et al.*, 2018).

A existência de um embasamento científico sólido permite que os profissionais responsáveis pela arborização urbana tomem decisões embasadas em evidências, considerando não apenas a aparência visual ou a disponibilidade de determinada espécie, mas também suas propriedades e características relacionadas à resistência da madeira (DUARTE *et al.*, 2018).

Estas informações científicas são essenciais para a seleção adequada das espécies de árvores utilizadas na arborização urbana, considerando suas características específicas de resistência, como resistência à ação de pragas e doenças, capacidade de regeneração e crescimento adequado para o espaço disponível (DUARTE *et al.*, 2018).

3.2.2 Métodos de manutenção e manejo aplicados para aumento da longevidade da madeira em espécies utilizadas na arborização

A pesquisa científica também desempenha um papel importante na avaliação e no desenvolvimento de técnicas de preservação da madeira, visando prolongar sua vida útil e minimizar os efeitos da deterioração. Estudos sobre tratamentos químicos, impregnação de substâncias preservativas e uso de vernizes ou tintas protetoras são fundamentais para garantir a durabilidade e a resistência da madeira utilizada na arborização urbana (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Em um estudo desenvolvido por Abreu *et al.* (2020), avaliou-se a deterioração originada a partir de cupins em regiões urbanas arborizadas, conforme especifica ao Quadro 1:

Quadro 1 – Deterioração Ocasionada por Cupins em Madeiras de Árvores Urbanas

Autor, Ano	Abreu <i>et al.</i> , 2020
-------------------	----------------------------

Objetivo do Estudo	Avaliar a presença e a infestação de cupins em plantas usadas na arborização da cidade de Manaus, Amazonas.
Intervenção e Comparação	Foram selecionados 10 bairros da cidade de Manaus, cujas principais ruas, avenidas, praças, parques e áreas verdes contenham o maior número de árvores.
Amostra	Avaliou-se 11 espécies arbóreas e feita a avaliação quanto à presença de cupins, nível de deterioração e posterior coleta desses insetos. Foram coletados 6.196 espécimes de cupins, distribuídos em sete espécies.
Resultados	As espécies mais abundantes foram <i>Nasutitermes corniger</i> e <i>Nasutitermes octopilis</i> , sendo que <i>N. corniger</i> foi predominante, com 5.214 indivíduos, representando 84,15% do total de insetos coletados.
Conclusões	Quanto à constância das espécies de cupins, <i>N. corniger</i> foi avaliada como constante (100%), pois ocorreu em todos os bairros avaliados, seguida de <i>N. octopilis</i> como acessória (40%). O nível de deterioração das árvores variou do nível superficial (1) até o mais intenso (4), sendo que o nível superficial (1) foi predominante.

Fonte: O autor (2023).

Com informações a respeito de uma área arborizada, com o estudo de Ximenez, 2018, é possível descrever as adversidades enfrentadas durante a arborização em regiões urbanas com a utilização de espécies nativas (Quadro 2):

Quadro 2 – Processo de Arborização Urbana com Espécies Nativas

Autor, Ano	Ximenez, 2018
Objetivo do Estudo	Avaliar os fatores relacionados ao plantio de espécies nativas em áreas urbanas.

Intervenção e Comparação	Procedimentos recomendados para obtenção dos frutos, sementes e orientações para germinação das sementes e crescimento das plantas, visando a produção de mudas de espécies nativas para o uso em arborização de áreas urbanas.
Amostra	Espécies arbóreas arborização urbana do município de Godoy Moreira-PR.
Resultados	A falta de estudos sobre algumas espécies nativas é algo comum, uma vez que a dificuldade para plantio e criação destas espécies pode dificultar as pesquisas. Como as árvores nativas estão adaptadas a ambientes florestais, a influência da vida das cidades sobre os indivíduos pode afetar o seu desenvolvimento. As próprias características e hábito das espécies podem também impedir seu uso para arborizar os ambientes urbanos.
Conclusões	Notou-se a relevância de observar a origem do material botânico que se pretende propagar, ao optar por frutos de espécies nativas já ocorrentes na região ainda mais se forem de árvores já consolidadas em áreas urbanas, aumenta a probabilidade de que as 63 mudas produzidas possam ser utilizadas em arborização e se desenvolverem adequadamente diminuindo transtornos aos patrimônios urbanos.

Fonte: O autor (2023).

O Quadro 3 demonstra o processo de construção de um inventário com plantas arbustivo-arbóreas para aplicação em praças no âmbito urbano:

Quadro 3 – Aplicação de Plantas Arbóreas em Praças Urbanas

Autor, Ano	Silva et al., 2018
Objetivo do Estudo	Realizar um inventário das plantas arbustivo-arbóreas existentes em cinco das principais praças do município de Picos-PI, considerando: riqueza e abundância de espécies, fitossanidade,

	origem fitogeográfica e presença de plantas tóxicas.
Intervenção e Comparação	Análise e construção de um inventário das plantas arbustivo-arbóreas utilizadas na arborização urbana em praças públicas. Autores Letícia Soares da Silva
Amostra	Um total 252 indivíduos vegetais foi levantado, distribuídos em 35 espécies e 17 famílias botânicas.
Resultados	As cinco espécies de maior ocorrência foram <i>Ixora coccinea</i> , <i>Azadirachta indica</i> , <i>Adenanthera pavonina</i> , <i>Terminalia catappa</i> e <i>Duranta repens</i> , representando 62,69% da comunidade estudada, sendo a praça Antenor Neiva a de maior riqueza de indivíduos
Conclusões	Na relação entre riqueza e abundância de espécies, verificou-se 7,2 indivíduos/espécie. Com relação à origem fitogeográfica, identificou-se 51% de espécies exóticas e 49% de nativas. A análise da fitossanidade mostrou que 95,23% das árvores se encontram em boas condições, sem apresentar danos visíveis. Quanto à presença de plantas tóxicas ou comprovada atividade alergênica, indicou-se as espécies <i>Thevetia peruviana</i> , <i>Duranta repens</i> e <i>Mangifera indica</i> , as quais podem representar algum risco para as pessoas que frequentam as praças.

Fonte: O autor (2023).

A aplicabilidade da arborização urbana no Brasil enfrenta diversos desafios que precisam ser superados para garantir o sucesso dessas iniciativas. Esses desafios podem ser agrupados em diferentes categorias, como planejamento e gestão, conhecimento técnico, escolha de espécies, infraestrutura urbana, manutenção e conscientização da comunidade (NEUHAUS, 2022).

O planejamento e a gestão inadequados representam um desafio significativo. A falta de diretrizes claras, regulamentações e políticas específicas dificultam a implementação consistente e eficiente de programas de arborização urbana. É necessário desenvolver um planejamento estratégico que leve em consideração as necessidades locais, a seleção adequada de espécies, a manutenção apropriada e a monitorização contínua (FABRICANTE *et al.*, 2017).

A escassez de profissionais especializados em arborização urbana e a falta de conhecimento técnico são obstáculos importantes. A seleção adequada de espécies, a gestão de pragas e doenças, o manejo do solo e a poda adequada exigem conhecimentos específicos. Investir em capacitação e formação de profissionais é fundamental para lidar com esses desafios técnicos (NEUHAUS, 2022).

A escolha inadequada de espécies também representa um desafio. A introdução de espécies exóticas invasoras sem considerar seu impacto negativo na biodiversidade local é um problema recorrente. Além disso, a falta de diversidade de espécies aumenta a vulnerabilidade das áreas verdes urbanas a doenças e pragas. Promover o uso de espécies nativas adaptadas às condições locais é essencial para aumentar a resiliência dos ecossistemas urbanos (NEUHAUS, 2022).

Os conflitos com a infraestrutura urbana são um desafio adicional. A presença de fiação elétrica, tubulações subterrâneas e calçadas estreitas pode dificultar o plantio adequado de árvores. A falta de planejamento integrado podem resultar em árvores que interferem na infraestrutura, representando riscos à segurança e custos elevados de manutenção. É necessário promover a integração entre diferentes setores e utilizar técnicas como a seleção de espécies com raízes não invasivas para minimizar esses conflitos (SOUZA *et al.*, 2022).

A manutenção inadequada das áreas arborizadas trata-se de outro obstáculo a ser superado. A falta de recursos e investimentos nessa área compromete a saúde e a longevidade das árvores. A poda, irrigação, controle de pragas e doenças e a limpeza regular são essenciais para garantir a qualidade das áreas arborizadas. O desenvolvimento de mecanismos de financiamento e parcerias público-privadas pode contribuir para garantir a manutenção adequada (ONO *et al.*, 2017).

A conscientização e a participação da comunidade são elementos-chave para o sucesso da arborização urbana, engajando os cidadãos, promovendo a educação ambiental e estimulando a participação em programas de plantio e manutenção de

árvores. A conscientização sobre os benefícios da arborização urbana e a valorização dos espaços verdes são fundamentais para superar resistências e promover uma cultura de cuidado com o meio ambiente nas cidades (MELLO *et al.*, 2021).

Superar estas barreiras demanda uma abordagem integrada, envolvendo governos, profissionais especializados, comunidade e setor privado. A colaboração e o compromisso de todas as partes interessadas são essenciais para garantir uma arborização urbana sustentável e benéfica para as cidades brasileiras (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A percepção da população em relação à arborização urbana desempenha um papel crucial na implementação bem-sucedida dessas iniciativas nas cidades. É fundamental compreender as atitudes, conhecimentos e preferências da população em relação às árvores urbanas, a fim de desenvolver estratégias eficazes de engajamento e aumentar o apoio da comunidade. No entanto, existem desafios e complexidades envolvidos nessa percepção, que requerem atenção (NEUHAUS, 2022).

Por vezes, as pessoas não têm plena consciência dos múltiplos benefícios proporcionados pelas árvores, como a melhoria da qualidade do ar, a redução do ruído, a mitigação do calor urbano, o aumento da biodiversidade e o bem-estar psicológico. Comunicar de maneira clara e acessível esses benefícios é essencial para despertar o interesse e a valorização da população em relação à arborização urbana (NEUHAUS, 2022).

A percepção estética e a identidade local também desempenham um papel importante na forma como a população enxerga a arborização urbana. Árvores bem planejadas e cuidadas podem melhorar a aparência visual das áreas urbanas, tornando-as mais atrativas e agradáveis. Além disso, as árvores podem contribuir para a construção da identidade local e fortalecer o senso de pertencimento da comunidade. Levar em consideração as preferências estéticas da população e envolvê-la nas decisões de seleção de espécies e design das áreas arborizadas pode aumentar a aceitação e o apoio da população (ONO *et al.*, 2017).

Outra preocupação comum está relacionada à manutenção e à segurança das árvores urbanas. Algumas pessoas podem ter receios quanto à queda de galhos, danos à infraestrutura e riscos à segurança pessoal, o que pode influenciar negativamente sua percepção sobre a arborização urbana. É essencial garantir uma

manutenção adequada, que inclua podas regulares, inspeções de segurança e cuidados com pragas e doenças. Além disso, fornecer informações transparentes sobre as medidas adotadas para garantir a segurança das árvores e destacar os benefícios superiores em relação aos riscos ajudará a construir confiança e apoio por parte da população (NEUHAUS, 2022).

O envolvimento e a participação ativa da comunidade também são elementos-chave na percepção da arborização urbana. Ao engajar os moradores no processo de plantio, cuidado e tomada de decisões relacionadas às árvores, é possível criar um senso de propriedade e responsabilidade compartilhada. Oferecer programas de educação ambiental, workshops e atividades práticas pode incentivar a participação da comunidade e melhorar sua percepção sobre a importância da arborização urbana (NEUHAUS, 2022).

Consequentemente, a injustiça ambiental relacionada à arborização urbana é um desafio significativo enfrentado em muitas cidades ao redor do mundo, incluindo o Brasil. A distribuição desigual de áreas arborizadas e os benefícios associados afetam desproporcionalmente as comunidades de baixa renda e minorias étnicas. Abordar essa injustiça é essencial para promover a equidade ambiental e garantir que todos os cidadãos tenham acesso aos benefícios da arborização urbana (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Dentre as principais problemáticas está a disparidade na distribuição de áreas verdes. Muitas vezes, áreas urbanas de baixa renda e bairros periféricos sofrem com a escassez de áreas verdes e espaços arborizados. Essas regiões enfrentam altas densidades populacionais, menor cobertura vegetal e maior exposição a condições ambientais adversas, como altas temperaturas e poluição do ar. A falta de acesso a áreas verdes afeta negativamente a qualidade de vida, a saúde e o bem-estar dessas comunidades (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A falta de recursos financeiros e investimentos adequados em áreas urbanas desfavorecidas também contribui para a injustiça ambiental na arborização urbana. A implementação e a manutenção de projetos de arborização exigem investimentos significativos em infraestrutura verde, seleção de espécies adequadas, plantio e cuidados contínuos. A falta de financiamento nessas áreas resulta em menos áreas arborizadas e menos benefícios ambientais disponíveis para as comunidades locais (SOUZA *et al.*, 2022).

Aliás, a exclusão da participação e do envolvimento da comunidade nas decisões relacionadas à arborização urbana é outro fator que contribui para a injustiça ambiental. Comunidades de baixa renda e minorias étnicas frequentemente não têm voz ou representação adequada nas tomadas de decisão sobre a implantação e a manutenção de áreas arborizadas. Isso leva a uma falta de consideração de suas necessidades e preferências, resultando em uma distribuição desigual de benefícios ambientais (ONO *et al.*, 2017).

As comunidades de baixa renda, muitas vezes localizadas em áreas urbanas industrializadas ou com alta densidade de tráfego, enfrentam níveis mais elevados de poluição do ar e aumento das ilhas de calor urbano. A falta de áreas arborizadas nessas regiões agrava esses problemas, uma vez que as árvores desempenham um papel crucial na redução da poluição do ar e na mitigação do calor. Isso resulta em impactos desproporcionais à saúde e ao bem-estar dessas comunidades (NEUHAUS, 2022).

Além disso, as comunidades de baixa renda e minorias étnicas enfrentam desigualdade no acesso aos benefícios da arborização urbana. Os benefícios, como a melhoria da qualidade do ar, a redução do estresse e o aumento da coesão social, são essenciais para a qualidade de vida em áreas urbanas. No entanto, a falta de áreas arborizadas em suas proximidades impede que desfrutem plenamente dos impactos positivos na saúde e no bem-estar associados à presença de árvores (FABRICANTE *et al.*, 2017).

No Brasil e em outros países, há uma crescente conscientização sobre a importância das cidades verdes e sustentáveis. Governos e organizações têm adotado medidas para promover a arborização urbana e implementar estratégias de planejamento urbano que visam melhorar a qualidade de vida e proteger o meio ambiente (NEUHAUS, 2022).

Em um panorama futuro, espera-se que as cidades verdes sejam caracterizadas por uma ampla cobertura vegetal, incluindo áreas arborizadas, parques, jardins e telhados verdes. Essas áreas proporcionarão benefícios significativos, como melhoria da qualidade do ar, redução do calor urbano, conservação da biodiversidade, promoção da saúde mental e física, além de contribuir para a resiliência urbana em face das mudanças climáticas (ONO *et al.*, 2017).

As ações de gestões públicas, como o Plano Nacional de Arborização Urbana e a implementação de leis municipais específicas estão promovendo a expansão da arborização e incentivando a criação de espaços verdes. Em linhas gerais, a conscientização pública sobre os benefícios da arborização urbana tem aumentado, o que fortalece a demanda por cidades mais verdes (ONO *et al.*, 2017).

Em países, como Canadá, Alemanha e Austrália, há iniciativas bem-sucedidas de planejamento urbano voltadas para a criação de cidades verdes. Essas estratégias incluem o desenvolvimento de políticas e regulamentos que promovem a preservação de áreas naturais, o aumento da cobertura vegetal nas áreas urbanas e a integração de espaços verdes em projetos de infraestrutura (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Uma ferramenta importante para o controle e planejamento estratégico da arborização urbana é a análise da resistência da madeira. Essa análise envolve a avaliação das características físicas e mecânicas da madeira utilizada em estruturas de suporte de árvores, como postes e mourões. Ao entender a resistência da madeira, é possível selecionar materiais adequados e estabelecer padrões de qualidade para garantir a segurança e a longevidade das estruturas (NEUHAUS, 2022).

O controle da resistência da madeira fortalece o planejamento estratégico da arborização urbana, uma vez que permite identificar riscos potenciais de queda de árvores devido a falhas estruturais. Isso auxilia na implementação de medidas preventivas, como a manutenção regular e a substituição de estruturas danificadas, garantindo a segurança dos pedestres e a integridade das áreas arborizadas (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

3.3 Cultivo e Comportamento das Madeiras Aplicadas na Arborização

O cultivo das árvores que fornecem madeiras de qualidade para a arborização urbana está diretamente relacionado à disponibilidade sustentável destes recursos. O manejo florestal adequado e a adoção de práticas sustentáveis são fundamentais para garantir a produção contínua de madeiras de qualidade, sem comprometer a biodiversidade, a saúde dos ecossistemas florestais e o equilíbrio ambiental (ZANELA, 2021).

O manejo florestal engloba uma série de técnicas e estratégias voltadas para a exploração e o cultivo sustentável das árvores. Isso inclui a seleção criteriosa das espécies utilizadas na arborização urbana, considerando características como crescimento rápido, resistência a pragas e doenças, adaptabilidade ao ambiente urbano e produção de madeiras de qualidade. Além disso, práticas como o plantio adequado, o manejo da densidade e a poda regular das árvores são essenciais para promover um crescimento saudável, sustentável e orientado à obtenção de madeiras de qualidade (OSAKO *et al.*, 2016).

A adoção de práticas sustentáveis no cultivo das árvores é de extrema importância para minimizar os impactos ambientais e garantir a conservação dos recursos naturais. Isso inclui a implementação de sistemas de manejo que visam a conservação da biodiversidade, a proteção dos habitats naturais e a preservação dos ecossistemas florestais. Além disso, a utilização de técnicas de colheita seletiva, a promoção do reflorestamento e a diversificação das espécies cultivadas são medidas que contribuem para a sustentabilidade do cultivo das árvores fornecedoras de madeiras de qualidade (ZANELA, 2021).

A certificação florestal é uma ferramenta importante para garantir a procedência das madeiras utilizadas na arborização urbana. Certificações reconhecidas internacionalmente, como o FSC (Forest Stewardship Council) e o PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification), asseguram que as práticas de manejo florestal adotadas são sustentáveis, respeitando critérios ambientais, sociais e econômicos. A utilização de madeiras certificadas na arborização urbana é uma forma de promover a transparência, a responsabilidade ambiental e o apoio à conservação florestal (EMERICK; MARTINI, 2020).

Dessa forma, o cultivo das árvores que fornecem madeiras de qualidade para a arborização urbana requer o estabelecimento de práticas de manejo florestal responsáveis e a adoção de medidas sustentáveis. A seleção criteriosa das espécies, o manejo adequado das plantações, a proteção dos ecossistemas florestais e a utilização de madeiras certificadas são elementos-chave para garantir a disponibilidade contínua de madeiras de qualidade, promovendo a sustentabilidade da arborização urbana e contribuindo para a preservação do meio ambiente (PENNA, 2022).

O comportamento das madeiras no ambiente urbano é influenciado por uma série de fatores, como crescimento, adaptação a diferentes solos e tolerância a

estresses urbanos. Compreender esses aspectos é fundamental para selecionar as espécies de madeira mais adequadas para a arborização urbana e garantir seu bom desempenho ao longo do tempo (KLINGENBERG, 2022).

Em contraponto, algumas espécies têm um crescimento mais rápido, o que pode ser desejável para criar sombreamento e estabelecer uma cobertura vegetal densa em um curto período de tempo. No entanto, é importante equilibrar o crescimento rápido com a resistência estrutural da madeira, para evitar problemas futuros, como a quebra de galhos ou a instabilidade das árvores (KLINGENBERG, 2022).

Por vezes, o solo urbano apresenta condições desafiadoras, como compactação, poluição e deficiências nutricionais. As espécies de madeira selecionadas devem ter a capacidade de se adaptar a essas condições adversas. Outras espécies possuem raízes mais fortes e profundas, que conseguem penetrar no solo compactado, enquanto outras são mais tolerantes a solos com níveis elevados de poluentes (ZANELA, 2021).

A tolerância a estresses urbanos é outro fator crítico a ser considerado no comportamento das madeiras na arborização urbana. As árvores urbanas estão expostas a uma série de estresses, como poluição atmosférica, temperaturas extremas, falta de espaço para crescimento das raízes e danos mecânicos. Espécies com maior tolerância a esses estresses tendem a apresentar um melhor desempenho, mantendo sua saúde e vitalidade mesmo em condições adversas. Além disso, árvores resistentes a pragas e doenças comuns em ambientes urbanos são preferíveis para evitar problemas recorrentes (EMERICK; MARTINI, 2020).

A compreensão do comportamento das madeiras no ambiente urbano permite selecionar espécies que se adaptem às condições específicas das áreas urbanas, garantindo o desenvolvimento saudável das árvores e minimizando problemas futuros. A combinação de crescimento adequado, adaptação ao solo e tolerância a estresses urbanos engloba a sustentabilidade e a longevidade das árvores na arborização urbana, proporcionando benefícios estéticos, ambientais e sociais para a comunidade (ZANELA, 2021).

Especificamente na arborização urbana, a preservação da madeira desempenha um papel fundamental na garantia de sua durabilidade e resistência aos agentes biológicos e ambientais. Existem diversas técnicas de tratamento e preservação da madeira que são aplicadas para protegê-la contra a ação de pragas,

fungos e deterioração, contribuindo para sua longevidade e bom desempenho (ZANELA, 2021).

Além do tratamento químico, a impregnação de substâncias preservativas na madeira pode ser realizada por meio de processos de termorretificação ou termomodificação, envolvendo o aquecimento controlado da madeira em temperaturas elevadas, o que altera sua estrutura química e torna-a menos suscetível ao ataque de pragas e fungos. A termorretificação e a termomodificação também podem conferir à madeira maior estabilidade dimensional, reduzindo a probabilidade de empenamento e rachaduras (KLINGENBERG, 2022).

Outra abordagem para a preservação da madeira na arborização urbana é o uso de vernizes ou tintas protetoras. Com revestimentos aplicados na superfície da madeira forma-se uma camada protetora que ajuda a evitar a penetração de umidade, minimizando o risco de deterioração e prolongando a vida útil da madeira. Aliás, vernizes e tintas protetoras podem conferir resistência a raios UV, proporcionando proteção adicional contra os efeitos da radiação solar (KLINGENBERG, 2022).

É verossímil elucidar que a escolha da técnica de preservação da madeira deve levar em consideração as características da espécie utilizada, as condições ambientais e os requisitos específicos do local. Igualmente, seguir as normas e regulamentos pertinentes, a fim de garantir a segurança e a sustentabilidade das estruturas de madeira na arborização urbana. As técnicas de preservação da madeira devem ser aplicadas por profissionais qualificados e em conformidade com as diretrizes estabelecidas (ZANELA, 2021).

Dito isso, as técnicas de tratamento e preservação da madeira desempenham um papel fundamental na proteção e na prolongação da vida útil das estruturas de madeira utilizadas na arborização urbana. O tratamento químico, a impregnação de substâncias preservativas e o uso de vernizes ou tintas protetoras são algumas das abordagens aplicadas para garantir a resistência da madeira contra pragas, fungos e deterioração (OSAKO *et al.*, 2016).

O comportamento fenológico das espécies aplicadas na arborização varia de acordo com a região, as características das espécies e as condições ambientais específicas. A fenologia dessas espécies é de particular interesse tanto em contextos urbanos quanto rurais, mas existem diferenças significativas nos processos envolvidos (ABREU *et al.*, 2020).

Na arborização urbana, as espécies são selecionadas com base em critérios específicos, como adaptabilidade ao ambiente urbano, resistência a doenças e pragas, porte adequado e benefícios estéticos. O comportamento fenológico das espécies urbanas pode ser influenciado por fatores como poluição, temperatura urbana, disponibilidade de água e estruturas artificiais. Esses fatores podem levar a alterações nos padrões fenológicos, como floração antecipada ou retardada, queda de folhas prolongada ou acelerada, entre outros (OSAKO *et al.*, 2016).

As espécies utilizadas na arborização rural são selecionadas com base em critérios diferentes, como finalidades produtivas, preservação de ecossistemas naturais e restauração florestal. O comportamento fenológico dessas espécies é influenciado por fatores como sazonalidade climática, disponibilidade de água, fertilidade do solo e práticas de manejo florestal. Espécies florestais rurais, por exemplo, podem apresentar padrões fenológicos relacionados à produção de frutos e sementes, brotação e queda de folhas, que estão associados à reprodução e à sobrevivência das espécies (EMERICK; MARTINI, 2020).

As diferenças entre os processos de arborização urbana e rural têm impactos específicos no comportamento fenológico das espécies. Nas áreas urbanas, onde as condições ambientais podem ser mais adversas, é comum observar a predominância de espécies com ciclo de vida curto e rápido crescimento, adaptadas para se desenvolverem em ambientes perturbados e com limitações espaciais. Essas espécies podem exibir comportamento fenológico adaptativo, com floração e frutificação precoce, por exemplo, para aproveitar os recursos disponíveis rapidamente (ABREU *et al.*, 2020).

No contexto da arborização urbana, além dos benefícios ambientais e estéticos proporcionados pelas árvores, a resistência da madeira utilizada também desempenha um papel importante. Espécies com boa resistência natural a intempéries, pragas e doenças são selecionadas para garantir a longevidade e a durabilidade das estruturas de mobiliário urbano, como bancos, cercas e pergolados. Essa resistência da madeira contribui para reduzir os custos de manutenção e aumentar a vida útil desses elementos, tornando a arborização urbana mais eficiente e sustentável a longo prazo (OSAKO *et al.*, 2016).

Já na arborização rural, a resistência da madeira aplicada ganha destaque no contexto do manejo florestal e da produção de madeira de qualidade. A engenharia florestal busca selecionar espécies com características de resistência mecânica

adequadas, que possam ser utilizadas para a produção de produtos madeireiros de alto valor comercial. Essa resistência é fundamental para garantir a segurança das estruturas e o aproveitamento máximo da madeira, evitando perdas por quebras, rachaduras ou apodrecimento prematuro. Além disso, a resistência da madeira rural também está relacionada à sua capacidade de suportar cargas, tornando-a ideal para a construção de pontes, cercas e outras estruturas rurais (OSAKO *et al.*, 2016).

Afinal, ao considerar o comportamento fenológico das espécies aplicadas na arborização, é essencial levar em conta tanto os benefícios ambientais quanto a resistência da madeira. Essa abordagem complementar garante não apenas a adequação das espécies ao ambiente, mas também a durabilidade e a qualidade dos produtos madeireiros. A compreensão dessas variações fenológicas e da resistência da madeira contribui para um planejamento eficiente, que maximiza os benefícios proporcionados pelas árvores e promove a sustentabilidade nos contextos urbano e rural (ZANELA, 2021).

3.4 Espécies de Árvores com Madeiras de Qualidade para Arborização Urbana

A seleção de espécies de árvores para arborização urbana envolve um processo cauteloso baseado em princípios e considerações criteriosas. É importante levar em conta a escala de abertura, as definições ambientais e as prioridades específicas. Essa seleção deve ser fundamentada em conhecimentos teóricos, garantindo a adequação das árvores às condições urbanas e maximizando seus benefícios (OSAKO *et al.*, 2016).

Um dos princípios para a seleção de espécies é a diversidade, promovendo a resiliência ecológica nas áreas urbanas. A diversidade diminui o risco de perda de árvores devido a doenças ou outros eventos adversos, além de ofertar uma gama mais ampla de serviços ecossistêmicos (OSAKO *et al.*, 2016).

Na adaptabilidade das espécies às condições urbanas, as árvores em ambientes urbanos são expostas a diversos desafios, como poluição do ar, compactação do solo, restrições de espaço e mudanças climáticas, e a escolha por espécies que tenham tolerância a esses fatores estressantes permitem que as mesmas possam prosperar em ambientes urbanos (ZANELA, 2021).

As características morfológicas e fisiológicas das espécies devem ser consideradas no momento da escolha. Características como taxa de crescimento,

porte, forma da copa, densidade da folhagem, sistema radicular e longevidade são determinantes na adequação das árvores para a arborização urbana. Em exemplificação, espécies de crescimento rápido apresentam sombra e resfriamento mais rapidamente, enquanto espécies com raízes não invasivas são preferíveis para evitar danos à infraestrutura subterrânea (EMERICK; MARTINI, 2020).

A escala de abertura é um conceito importante na seleção de espécies, envolvendo a identificação e priorização de áreas onde a arborização urbana é mais necessária ou benéfica. A presente escala pode variar desde o nível da cidade até o bairro ou mesmo lotes individuais. Nesta conjectura, podem ser estabelecidas diretrizes para a seleção de espécies que atendam às necessidades específicas de cada área, levando em consideração fatores como disponibilidade de espaço, uso do solo, função estética, fornecimento de sombra, redução do ruído e qualidade do ar (OSAKO *et al.*, 2016).

As definições ambientais, como clima, solo e nível de exposição ao vento, também são fundamentais na seleção de espécies. Torna-se elementar a escolha de árvores que sejam nativas ou adaptadas ao clima local, pois isso aumenta as chances de sobrevivência e desempenho no local de plantio. A análise das condições do solo, como drenagem e fertilidade, favorece a escolha por espécies que possam se desenvolver de maneira saudável (EMERICK; MARTINI, 2020).

Por fim, as prioridades específicas do contexto urbano devem ser consideradas, desde a promoção da biodiversidade, a redução do efeito de ilha de calor urbana, a melhoria da qualidade do ar, o fornecimento de habitats para a fauna local, a redução do consumo de água e outros objetivos de sustentabilidade. A seleção de espécies deve estar alinhada com essas prioridades, permitindo a maximização dos benefícios ambientais, sociais e econômicos da arborização urbana (OSAKO *et al.*, 2016).

Assim, realizar um inventário das espécies de árvores reconhecidas por possuírem madeiras de qualidade adequadas à arborização urbana é uma etapa essencial para orientar a seleção e o planejamento adequado das espécies a serem utilizadas. Diversas espécies de árvores têm sido identificadas como promissoras para esse propósito, levando em consideração suas características específicas e propriedades da madeira (OSAKO *et al.*, 2016).

Dentre as espécies frequentemente citadas como adequadas para a arborização urbana, destaca-se a *Tipuana tipu* (Figura 6), com nome vulgar de Tipuana, que é

reconhecida por sua madeira resistente e pelo exímio desempenho estrutural. Esta espécie dispõe de um rápido crescimento, adaptação a diferentes solos e uma alta tolerância a condições urbanas adversas, o que a torna uma escolha popular em áreas urbanas (EMERICK; MARTINI, 2020). Porém, algumas cidades atualmente preferem não fazer uso dessa espécie por seu porte avantajado e raízes agressivas.

Figura 6 - Tipuana | *Tipuana tipu*



Fonte: Poa 24 Horas. Foto: Sérgio Louruz

As espécies dos gêneros *Handroanthus* spp. (Figura 7) e *Tabebuia* spp., que engloba os ipês, são árvores conhecidas por sua madeira de alta durabilidade natural e resistência mecânica, tornando-as ideais para a arborização no perímetro urbano,

enquanto suas flores coloridas contribuem para a beleza estética do ambiente (ZANELA, 2021).

Figura 7 - Ipê Amarelo | *Handroanthus albus*



Fonte: Google Images

O jacarandá-mimoso (*Jacaranda mimosaeifolia*) (Figura 8), também se trata de uma opção para a arborização urbana devido à sua madeira resistente e durável. Seu porte variável de médio a grande, com copa ampla e folhagem ornamental são elementos de uma escolha atraente tanto do ponto de vista estético quanto funcional (OSAKO *et al.*, 2016).

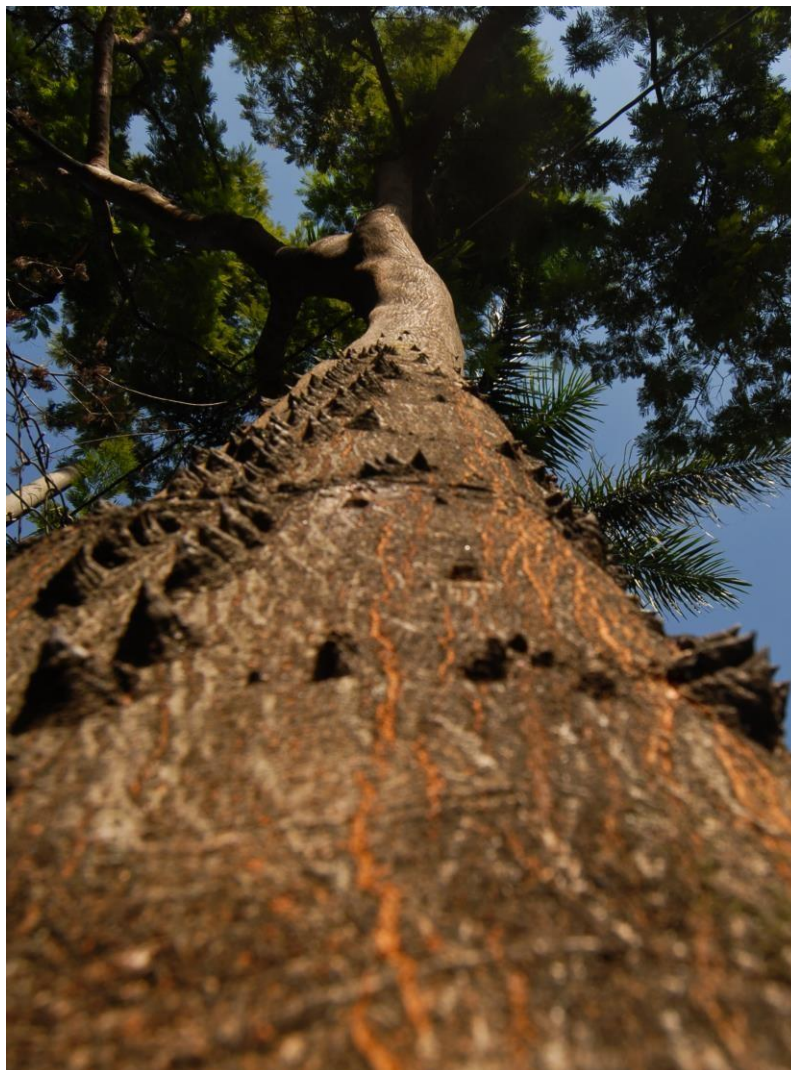
Figura 8 - Jacarandá Mimoso | *Jacaranda mimoseaefolia*



Fonte: Banco De Imagens Unsplash

Outras espécies que encontradas em ambiente urbano são *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho) (Figura 9) e *Paubrasília echinata* (pau-brasil). Estas espécies apresentam madeiras de qualidade, com resistência mecânica, durabilidade natural e adaptabilidade a diferentes condições ambientais (OSAKO *et al.*, 2016).

Figura 9 - Angico Vermelho | *Anadenanthera macrocarpa*



Fonte: Uba. Mg. Gov. Br

No processo de definição de um inventário de espécies para a arborização urbana deve considerar as características específicas de cada região, levando em conta fatores como clima, solo e disponibilidade de recursos. Para que ocorra de forma assertiva é importante que a tomada de decisões sejam realizadas por uma equipe formada por profissionais especializados, como engenheiros florestais, urbanistas e outros das diversas áreas envolvidas, a fim de garantir a seleção adequada das espécies e o planejamento consciente da arborização urbana (EMERICK; MARTINI, 2020). Para as condições em que a gestão urbana enfrenta desafios ambientais cada vez mais complexos, a atuação de engenheiros florestais se torna ainda mais relevante (GOMES *et al.*, 2019) como seu conhecimento em inventário e manejos de espécies arbóreas.

Durante a seleção de espécies, devem ser consideradas as demandas e restrições do ambiente urbano, como a presença de infraestrutura subterrânea, restrições de espaço, padrões de vento e disponibilidade de água. Com base nesse conhecimento, são escolhidas as espécies que se adaptam às condições específicas de cada região, maximizando a sobrevivência e o crescimento saudável das árvores (EMERICK; MARTINI, 2020).

Os profissionais especializados são capazes de analisar e avaliar os serviços ecossistêmicos proporcionados pelas árvores urbanas, como a redução da poluição do ar, a atenuação do ruído, a melhoria da qualidade da água e a promoção da biodiversidade. Com base nessa avaliação, podem ser recomendadas espécies que melhor atendam às demandas e prioridades da comunidade local (EMERICK; MARTINI, 2020).

A crescente conscientização sobre a importância das áreas verdes nas cidades e a necessidade de mitigar os impactos das mudanças climáticas têm impulsionado a busca por profissionais qualificados para planejar, implantar e gerir a arborização urbana de forma sustentável (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Assim sendo, estabelece-se uma base sólida para a tomada de decisões, promovendo a sustentabilidade, a resistência e o sucesso a longo prazo das estruturas de madeira utilizadas na arborização urbana (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Definitivamente, é importante destacar as particularidades de cada espécie em relação à resistência à ação de pragas e doenças, capacidade de regeneração e crescimento adequado para o espaço disponível na arborização urbana (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

No que diz respeito à resistência a pragas e doenças, algumas espécies se mostram mais resilientes do que outras. Por exemplo, o pau-brasil (*Paubrasilia echinata*) possui uma resistência natural a insetos e fungos, o que contribui para a durabilidade de sua madeira na arborização urbana. Da mesma forma, o pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) apresenta uma maior resistência a pragas e doenças, tornando-o uma escolha viável para áreas urbanas suscetíveis a infestações (GOMES, 2021).

A capacidade de regeneração é um aspecto crucial, especialmente em ambientes urbanos onde as árvores podem ser submetidas a danos mecânicos ou podas frequentes. Espécies como a *Tipuana tipu* e o jacarandá-mimoso possuem uma notável capacidade de rebrota, permitindo sua recuperação e regeneração

mesmo após cortes ou podas severas. Essa característica é fundamental para manter a vitalidade e a integridade estrutural das árvores no contexto da arborização urbana (EMERICK; MARTINI, 2020).

Além disso, o crescimento adequado para o espaço disponível é um fator determinante na escolha das espécies para a arborização urbana. Árvores que possuem um porte menor ou apresentam um crescimento mais lento, como algumas variedades de ipês (*Tabebuia* spp.), podem se adaptar melhor a áreas urbanas com restrições de espaço. Essas espécies conseguem desenvolver copas compactas e raízes menos invasivas, evitando problemas futuros, como o levantamento de calçadas ou interferência com infraestruturas subterrâneas (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

Sob o mesmo ponto de vista, a presente abordagem contribui para o estabelecimento de um ambiente arbóreo saudável e duradouro, que oferece benefícios ambientais, estéticos e de bem-estar para os habitantes das áreas urbanas (REBOUÇAS *et al.*, 2022).

A presença de espécies arbóreas tóxicas na arborização urbana representa um problema relevante no período hodierno. A toxicidade de certas espécies arbóreas pode representar um risco tanto para o ambiente urbano quanto para a saúde da população. Essas árvores tóxicas podem liberar substâncias químicas nocivas que podem afetar a qualidade do ar, do solo e da água, comprometendo assim a sustentabilidade e a saúde do ecossistema urbano (BAUMANN *et al.*, 2019).

Progressivamente, estas espécies tóxicas geram um perigo adicional para os seres humanos e outros seres vivos que entram em contato com elas. Algumas espécies possuem substâncias tóxicas em suas folhas, cascas, frutos ou seiva, que podem causar irritações na pele, intoxicações ou reações alérgicas. Portanto, a escolha inadequada de espécies de árvores na arborização urbana pode resultar em consequências negativas para a saúde pública (GOMES, 2021).

A utilização de espécies que não apenas possuam madeiras de qualidade, mas também sejam seguras e não tóxicas, é possível mitigar os riscos associados à presença de espécies arbóreas tóxicas. Como alguns exemplos de espécies tóxicas nos temos *Caryota urens.*, *Datura metel* L. e *Melia azedarach* L.. Assim, a seleção criteriosa das espécies arbóreas levando em consideração não apenas a qualidade da madeira, mas também a ausência de toxicidade, torna-se fundamental para

promover uma arborização urbana segura, saudável e sustentável (BAUMANN *et al.*, 2019).

A arborização urbana é composta por uma variedade de espécies de árvores, que podem variar de acordo com os diferentes estados e regiões do Brasil. Na Região Norte são encontradas árvores como a Castanheira-do-Pará (*Bertholletia excelsa*) (Figura 10), conhecida por suas castanhas; o Mogno (*Swietenia macrophylla*), uma espécie valiosa de madeira nobre; a imponente Samaúma (*Ceiba pentandra*); o Ipê- roxo (*Handroanthus inpetiginosus*), famo so por suas flores coloridas, e o Açaí (*Euterpe oleracea*), que também é amplamente cultivado por seus frutos (EMERICK;MARTINI, 2020).

Figura 10 - a Castanheira-do-Pará | *Bertholletia excelsa*

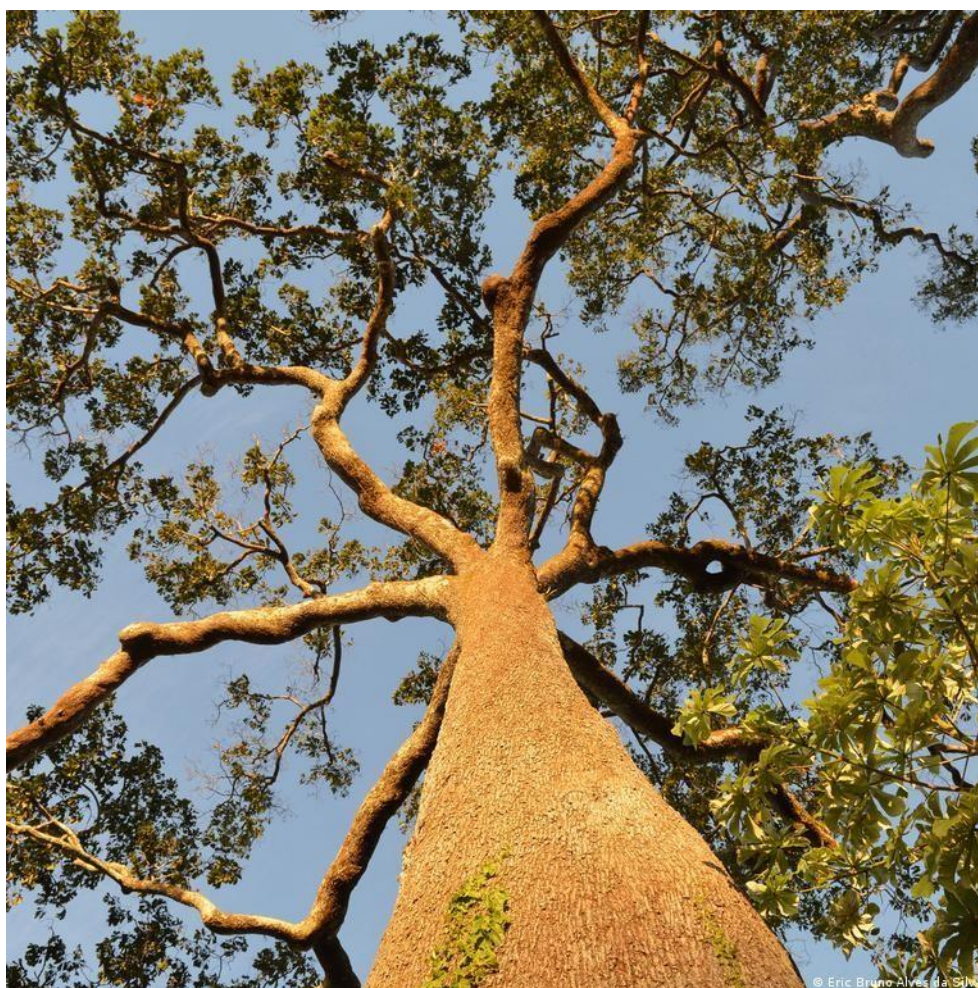


Foto: Eric Bruno Alves da Silva

No Nordeste, destacam-se a Algaroba (*Prosopis juliflora*), uma árvore adaptada às condições áridas; o Flamboyant (*Delonix regia*) (Figura 11), conhecido por suas flores vermelhas exuberantes; o Oiti (*Licania tomentosa*); o Caju (*Anacardium occidentale*), árvore cujos frutos são conhecidos e apreciados; e o Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), uma espécie nativa de ampla distribuição na região (EMERICK; MARTINI, 2020).

Figura 11 - Flamboyant | *Delonix regia*



Fonte: G1 Foto: Pixabay

No Centro-Oeste do país, é comum encontrar o Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), árvore ornamental com flores amarelas vibrantes; o Jatobá (*Hymenaea courbaril*), uma árvore imponente que produz frutos comestíveis; o Pau-terra (*Qualea grandiflora*), conhecido por sua madeira resistente; o Pequi (*Caryocar brasiliense*) (Figura 12), famoso por seus frutos cheios de espinhos; e o Barú (*Dipteryx alata*), uma árvore nativa do cerrado brasileiro (KLINGENBERG, 2022).

Figura 12 - Pequizeiro | *Caryocar brasiliense*



Fonte: Campo Grande News Foto: Silas Lima

Na região Sudeste, encontramos espécies como a Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), que possui belas flores amarelas e é amplamente utilizada na arborização urbana; a Quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) (Figura13), que se destaca por suas flores roxas durante a primavera; o Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*), cuja madeira é bastante resistente e durável; o Manacá-da-serra (*Tibouchina mutabilis*), árvore ornamental com flores multicoloridas; e o Resedá (*Lagerstroemia indica*), conhecido por suas flores delicadas e coloridas (EMERICK; MARTINI, 2020).

Figura 13 - Quaresmeira | *Tibouchina granulosa*



Foto: Cristina Braga

No Sul do Brasil, é comum encontrar o Plátano (*Platanus* spp.), árvore de grande porte com folhas características em forma de mãos; a Figueira (*Ficus* spp.), árvore de porte imponente e amplamente utilizada como sombra; a Araucária (*Araucaria angustifolia*) (Figura 14), árvore símbolo do Sul do país e que produz pinhões; o Ipê- amarelo (*Tabebuia chrysotricha*), já mencionado na Região Centro-Oeste, e a Pitanga (*Eugenia uniflora*), árvore de pequeno porte com frutos vermelhos e saborosos (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Figura 14 - Araucária | *Araucaria angustifolia*



Fonte: Escola de Botânica

Cada uma destas árvores desempenha um papel imprescindível na arborização urbana, fornecendo sombra, contribuindo para a melhoria da qualidade do ar, além de embelezar as cidades. Além disso, muitas dessas espécies possuem madeira resistente, o que pode ser um fator relevante para sua escolha na arborização, garantindo maior durabilidade e resistência a condições climáticas adversas (PENNA, 2022).

A escolha adequada da madeira na arborização urbana tem um impacto significativo no âmbito socioambiental, proporcionando uma série de benefícios para a comunidade e o meio ambiente. Nas áreas urbanas, a presença de árvores saudáveis e a utilização de estruturas de madeira duráveis contribuem para a criação de espaços mais agradáveis e sustentáveis (REBOUÇAS *et al.*, 2022). As estruturas de madeira, quando bem projetadas e integradas ao ambiente, contribuem para a valorização estética das áreas urbanas, criando um senso de identidade e pertencimento. Além disso, a presença de árvores saudáveis e estruturas de madeira bem conservadas proporcionam espaços de lazer e convívio social, estimulando a interação entre as pessoas e promovendo uma sensação de bem-estar (GOMES *et al.*, 2019).

Optar por espécies de árvores que possuam madeiras duráveis e de qualidade contribui para a redução do consumo de recursos, uma vez que essas estruturas têm uma vida útil prolongada. Isso significa menos necessidade de substituição frequente e, conseqüentemente, menos extração de madeira de florestas nativas. A utilização de madeiras provenientes de manejo florestal sustentável reforça, também, a importância da conservação da biodiversidade e dos ecossistemas florestais (PENNA, 2022).

A conscientização sobre o impacto socioambiental da escolha adequada da madeira na arborização urbana é essencial para o desenvolvimento de políticas e diretrizes que promovam práticas sustentáveis. Incentivar a seleção de espécies arbóreas adequadas, o manejo florestal responsável, a preservação da madeira e o uso consciente dos recursos naturais são medidas importantes para garantir um ambiente urbano mais equilibrado e saudável (GOMES *et al.*, 2019).

Essa abordagem sustentável fortalece a relação entre a sociedade e o meio ambiente, enfatizando a importância de práticas responsáveis na arborização urbana e promovendo um futuro mais sustentável para as cidades (PENNA, 2022).

Durante o processo de arborização, a escolha e o uso de árvores nativas fortalecem e agem na promoção da biodiversidade, resiliência e sustentabilidade ambiental. As árvores nativas são categorizadas como plantas arbóreas que ocorrem naturalmente em determinada região geográfica, e sua seleção e plantio são fundamentais para a preservação dos ecossistemas locais e o estabelecimento de paisagens sustentáveis (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A utilização de árvores nativas na arborização urbana oferece uma série de benefícios. Essas espécies são adaptadas às condições climáticas, solos e outras características ambientais da região em que ocorrem naturalmente. Isso significa que têm maior probabilidade de se estabelecerem com sucesso, crescerem saudáveis e se tornarem mais resistentes a pragas, doenças e mudanças climáticas locais. Inclusive, as árvores nativas desempenham um papel vital na manutenção da biodiversidade, fornecendo abrigo e alimento para a fauna nativa, incluindo insetos polinizadores, pássaros e outros animais (SPIES, 2022).

Neste sentido, a diversidade genética proporcionada pelas árvores nativas contribui para a resiliência dos ecossistemas urbanos, tornando-os mais capazes de se adaptarem a mudanças ambientais. Além disso, a escolha de uma variedade de espécies nativas ajuda a evitar a concentração excessiva de uma única espécie, o

que pode tornar as áreas urbanas mais suscetíveis a surtos de doenças ou pragas (SPIES, 2022).

A incorporação de árvores nativas na arborização urbana também promove a conectividade ecológica. Essas árvores podem servir como corredores verdes, facilitando o deslocamento de animais e a dispersão de sementes, ajudando a manter a integridade dos ecossistemas. A presença de árvores nativas nas áreas urbanas pode incentivar a recolonização de espécies nativas em outras áreas, melhorando a diversidade biológica em escala regional (PENNA, 2022).

Vale salientar que o uso de árvores nativas na arborização urbana requer um conhecimento aprofundado da flora local, bem como dos processos ecológicos que regem essas espécies. A consulta a especialistas, como botânicos e ecólogos, pode ser fundamental para identificar e selecionar as espécies mais adequadas a cada contexto urbano. Assim, o envolvimento da comunidade local e o estímulo à conscientização sobre a importância das árvores nativas são elementos-chave para garantir o sucesso desses esforços (PENNA, 2022).

Diversas regiões do Brasil valorizam a utilização de árvores frutíferas durante as etapas de arborização urbana. Essa prática varia de acordo com as características locais, o clima, as preferências regionais e a disponibilidade de espécies adequadas. Em diferentes partes do país, a presença de árvores frutíferas em áreas urbanas é uma forma de promover benefícios adicionais, além dos aspectos estéticos, como sombra e embelezamento do ambiente (EMERICK; MARTINI, 2020).

Na região Norte, por exemplo, onde há uma grande diversidade de frutas nativas, como açaí, cupuaçu, bacuri e pupunha, é comum encontrar essas espécies sendo utilizadas na arborização urbana. Além disso, árvores frutíferas adaptadas ao clima amazônico, como mangueiras, cajueiros e bananeiras, também são plantadas para agregar valor ao ambiente urbano (OSAKO *et al.*, 2016).

Já no Nordeste do Brasil, conhecido por suas frutas tropicais, como caju, acerola, goiaba e mangaba, essas árvores frutíferas são frequentemente incorporadas aos projetos de arborização urbana. Além de proporcionarem sombra e embelezamento, essas espécies fornecem frutas frescas à população, promovendo uma relação direta com a cultura e os costumes locais (SPIES, 2022).

Em cidades da região Sudeste, como São Paulo e Rio de Janeiro, é comum encontrar árvores frutíferas como pitangueiras, jabuticabeiras e goiabeiras em

espaços públicos e áreas urbanas. Essas espécies não apenas oferecem sombra e contribuem para a estética das áreas urbanas, mas também atraem a fauna local e fornecem frutas frescas para o consumo da população (GOMES *et al.*, 2019).

Na região Sul do país é possível encontrar árvores frutíferas sendo utilizadas na arborização urbana, tanto as espécies frutíferas nativas, como algumas da família Myrtaceae, assim como frutíferas exóticas. Espécies exóticas como macieiras, pereiras, pessegueiros e ameixeiras são cultivadas em áreas urbanas, aproveitando o clima favorável da região, para fornecer frutas frescas aos moradores (FABRICANTE *et al.*, 2017).

É importante ressaltar que, além dos benefícios estéticos e de fornecimento de alimentos, as árvores frutíferas também apresentam diferenças na resistência de suas madeiras. Algumas espécies exóticas, como as encontradas na região Norte e Nordeste, são conhecidas por sua madeira densa e resistente, o que pode conferir maior durabilidade e resistência a pragas e doenças. Por outro lado, as árvores frutíferas podem ter madeira menos densa e menos resistente, o que pode impactar sua longevidade e sua capacidade de suportar condições urbanas adversas (GOMES *et al.*, 2019).

No entanto, a resistência da madeira não é o único fator considerado na escolha das espécies frutíferas para a arborização urbana. A escolha também leva em conta outros critérios, como adaptação ao clima local, demanda por água, espaço disponível e compatibilidade com o ambiente urbano (SPIES, 2022).

A seleção adequada de espécies é fundamental para o uso de árvores frutíferas na arborização urbana. É necessário considerar fatores como clima, solo e disponibilidade de recursos para escolher as variedades mais adequadas. É importante levar em conta as condições urbanas, como poluição do ar e compactação do solo, e selecionar frutíferas que sejam resistentes a pragas e doenças (SPIES, 2022).

O planejamento do espaço é essencial para garantir que as árvores frutíferas tenham espaço suficiente para seu crescimento, levando em consideração o porte das espécies selecionadas e a proximidade de edifícios, fiações elétricas e outras infraestruturas urbanas. O planejamento adequado do espaço também permite que os frutos sejam colhidos com segurança (OSAKO *et al.*, 2016).

A manutenção e os cuidados adequados são fundamentais para garantir a saúde e a produtividade das árvores frutíferas. Isso inclui a poda regular para

promover o crescimento adequado e a produção de frutas, a irrigação adequada para suprir suas necessidades hídricas, o controle de pragas e doenças para prevenir danos e o fornecimento de adubação e nutrientes adequados para garantir seu desenvolvimento saudável (FABRICANTE *et al.*, 2017).

A arborização urbana com árvores frutíferas pode proporcionar benefícios nutricionais e econômicos para a comunidade local. No entanto, é importante garantir que o acesso às frutas seja equitativo e que a colheita seja compartilhada entre os moradores. Isso pode ser facilitado por meio da criação de programas de colheita comunitária, onde os frutos não utilizados são coletados e distribuídos para organizações locais ou bancos de alimentos (DUARTE *et al.*, 2018).

Promover a conscientização e a educação sobre os benefícios das árvores frutíferas na arborização urbana é essencial. Informar os moradores sobre as variedades de frutas adequadas, os cuidados necessários e as vantagens nutricionais e ambientais pode incentivar o envolvimento da comunidade e o apoio a esses projetos. Além disso, a educação também pode incluir informações sobre a importância da biodiversidade e a conservação de espécies nativas (DUARTE *et al.*, 2018).

Em projetos de arborização urbana, as diferenças nas características das madeiras de árvores exóticas e de árvores frutíferas são amplas e variadas, e entender essas diferenças é essencial para garantir a escolha correta das árvores, levando em consideração as necessidades e os objetivos específicos de cada local (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Uma das diferenças é a densidade e a resistência da madeira. Geralmente, as árvores exóticas possuem madeira mais densa e resistente, o que confere maior durabilidade e resistência a pragas e doenças. Por outro lado, as árvores frutíferas tendem a apresentar madeira menos densa e menos resistente, o que pode afetar sua longevidade e sua capacidade de suportar condições urbanas adversas (OSAKO *et al.*, 2016).

A textura e a cor da madeira são outras diferenças a ser observada. Algumas espécies exóticas possuem madeira com textura uniforme e cores distintas, o que pode conferir um apelo estético aos projetos de arborização urbana. Já as árvores frutíferas exibem uma variedade de texturas e cores, que podem ou não ser consideradas esteticamente atrativas, dependendo das preferências e dos objetivos paisagísticos locais (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

A utilização da madeira também difere entre árvores exóticas e árvores frutíferas. A madeira de árvores exóticas é frequentemente valorizada pela sua alta qualidade e pode ser utilizada em aplicações como construção, mobiliário e artesanato. Já a madeira de árvores frutíferas geralmente não é explorada comercialmente para esses fins, uma vez que o foco principal está na produção de frutas. No entanto, a poda regular das árvores frutíferas pode resultar em resíduos de madeira que podem ser utilizados em projetos menores, como marcenaria ou biomassa (GOMES *et al.*, 2019).

O ciclo de vida e a produtividade também são diferentes entre as duas categorias. As árvores exóticas tendem a possuir um ciclo de vida mais longo e podem levar mais tempo para atingir a maturidade e a produção de madeira. Por outro lado, as árvores frutíferas possuem um ciclo de vida mais curto e, uma vez que atingem a maturidade, podem oferecer uma produção regular de frutas, o que representa um benefício adicional além da arborização urbana (GOMES *et al.*, 2019).

Além das características da madeira, é importante considerar as implicações ecológicas e culturais ao selecionar árvores exóticas ou frutíferas para a arborização urbana. As árvores exóticas podem ter impactos negativos na biodiversidade local e competir com espécies nativas, enquanto as árvores frutíferas podem oferecer benefícios alimentares e culturais, promovendo uma maior conexão entre as pessoas e a natureza urbana (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2021).

Em localidades específicas, como praças públicas, existem diversos pontos a serem considerados para garantir uma arborização urbana bem-sucedida. Um planejamento e desenho adequados envolvem avaliar o espaço disponível, a exposição solar, o tipo de solo e a infraestrutura existente; e a escolha de espécies arbóreas adequadas as condições urbanas, levando em conta a resistência da madeira, o porte, os benefícios desejados, como sombra e estética, e a atração de fauna (FABRICANTE *et al.*, 2017).

A manutenção regular também é essencial na preservação das árvores nas praças públicas. Podas regulares, irrigação adequada, controle de pragas e doenças, além de inspeções de segurança, são medidas necessárias para garantir o crescimento saudável e a longevidade das árvores. A falta de manutenção pode levar ao declínio das árvores, comprometendo sua resistência e representando riscos à segurança dos usuários das praças (GOMES *et al.*, 2019).

A participação ativa da comunidade é outro aspecto fundamental na arborização urbana de praças públicas. Engajar os moradores desde o início do processo cria um senso de pertencimento e responsabilidade em relação às árvores. Além disso, a comunidade pode fornecer informações valiosas sobre as necessidades e preferências locais, auxiliando na seleção das espécies e na definição das prioridades (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Promover a educação e a conscientização sobre os benefícios da arborização urbana nas praças públicas é essencial para obter o apoio da comunidade. Informar os moradores sobre a importância das árvores na redução da temperatura, na melhoria da qualidade do ar e na criação de um ambiente mais acolhedor pode incentivar a participação ativa na preservação desses espaços (GOMES *et al.*, 2019). Por fim, deve-se considerar a acessibilidade e o uso do espaço ao planejar a arborização de praças públicas. É necessário garantir que as árvores não obstruam a circulação de pedestres, que proporcione áreas sombreadas para descanso e assegure que a vegetação não limite o acesso de pessoas com mobilidade reduzida. Dessa forma, as praças arborizadas se tornam inclusivas e acessíveis a todos (FABRICANTE *et al.*, 2017).

Em conclusão, ao realizar a arborização em praças públicas, é essencial dar atenção à resistência da madeira das árvores selecionadas. Ao considerar esse aspecto, juntamente com o planejamento adequado, a manutenção regular, a participação da comunidade, a educação e conscientização, além das considerações de acessibilidade e uso, é possível criar espaços verdes duráveis (GOMES *et al.*, 2019).

4 CONCLUSÃO

Esta revisão permitiu inferir sobre o campo promissor de investigação e aprofundamento visando a análise das propriedades físico-mecânicas e químicas das madeiras das espécies arbóreas e de estruturas usadas na arborização urbana, buscando compreender de forma mais precisa a relação entre as características e sua influência no desempenho destas madeiras.

Que é indispensável estabelecer diretrizes e regulamentações mais específicas para a seleção e manejo das árvores na arborização urbana, com enfoque na orientação de profissionais e gestores na tomada de decisões e garantir a implementação de práticas adequadas, resultando em um planejamento urbano consciente e sustentável.

Que o inventário das espécies de árvores reconhecidas por suas madeiras de qualidade adequadas à arborização urbana se mostra como uma ferramenta valiosa na seleção de espécies mais adequadas a arborização urbana, para cada contexto específico.

Que a diversidade de espécies utilizadas, considerando suas particularidades e adaptabilidade às condições locais, resulta em uma arborização urbana mais resiliente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ABREU, Raimunda Liége Souza de *et al.* Cupins associados a árvores urbanas de 10 bairros da cidade de Manaus, Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 88793-88809, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BAUMANN, Sarah Stephanie Rebelo Traian *et al.* Espécies arbóreas tóxicas presentes na arborização urbana do município de Santarém, Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 342-351, 2019. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/issue/view/155>. Acesso em: 16 jun. 2023.

DUARTE, Taíse Ernestina Prestes Nogueira *et al.* Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, p. 327-341, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

EMERICK, Tâmilis das Graças; MARTINI, Angeline. Diagnóstico da arborização após a ocorrência de evento climático extremo. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 1, p. 77-85, 2020. Disponível em: <https://www.sustenere.co/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

FABRICANTE, Juliano Ricardo; SANTOS, João Paulo Bispo; ARAÚJO, Kelianne Carolina Targino de; COTARELLI, Vinicius Messas. Utilização de espécies exóticas na arborização e a facilitação para o estabelecimento de casos de invasão biológica. **Biotemas**, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/>. Acesso em: 22 jun. 2023.

GOMES, Nicole Pegoraro. Uso de plantas tóxicas na arborização e ornamentação urbana e suas ameaças à saúde pública e polinizadores locais. 2021. **Brasil**. Disponível em: <http://repository.ufrpe.br/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

GOMES, Sofia Erika Moreira BARBOSA, Maria Regina de Vasconcelos; QUIRINO, Zelma Glebya Maciel. Inventário Arbóreo das vias públicas do Centro de João Pessoa, Paraíba. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 351-362, 2019. Disponível em: <https://www.sustenere.co/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

KLINGENBERG, Debora. **Caracterização da madeira da arborização urbana visando sua valorização em produtos com maior valor agregado**. 2022. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

MELLO, Débora Caline de; MODES, Karina Soares; VIVIAN, Magnos Alan. **Influência do teor de umidade na densidade e resistência à flexão estática da madeira de quatro espécies nativas do planalto serrano catarinense**. 2021. <https://downloads.editoracientifica.com.br/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

NEUHAUS, Liziane Terezinha Jahn. **Arborização urbana no município de Pérola D'Oeste/PR**. 2022. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

ONO, Rafael Shinji *et al.* **Levantamento de Indicadores Biomecânicos em Análise do Equilíbrio de Árvores**. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

OSAKO, Luciano Katsumy; TAKENAKA, Edilene Mayumi Murashita; DA SILVA, Paulo Antonio. Arborização urbana e a importância do planejamento ambiental através de políticas públicas. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 9, n. 14, 2016. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/1318/1340. Acesso em: 21 jun. 2023.

PAULA, Thaís da Costa; BRIOSO, Paulo Sergio Torres. Resistência de espécies arbóreas tropicais à ação de *Ganoderma philippii*. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 393-416, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

PENNA, Henrique Curi. **Critérios de seleção de espécies arbóreas potenciais para sistemas viários na cidade global de São Paulo-SP**. 2022. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

REBOUÇAS, Ana *et al.* Crosta marrom em tabebuia spp. In: **9º Congresso Florestal Brasileiro**. 2022. p. 579-579. Disponível em: <https://publicacoes.softaliza.com.br/>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SANTANA, Carla Alves Ferreira de. **Análise fitossanitária da Libidibia ferrea na arborização urbana do campus da UFRRJ**. 2018. Disponível em: <http://novorima.im.ufrj.br:8080/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SILVA, Letícia Soares da *et al.* Inventário das plantas arbustivo-arbóreas utilizadas na arborização urbana em praças públicas. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, p. 241-249, 2018. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

SOARES JÚNIOR, Dário *et al.* Características botânicas e etnobotânicas das espécies exóticas utilizadas para arborização na cidade de Parazinho-RN. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 7, p. 65955-65972, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SOUZA, Diulio Andrew Torres de *et al.* Resistência natural de três espécies de madeiras comerciais ao ataque de térmitas (Insecta, Blattodea) em Fragmento Florestal Urbano de Manaus, Amazonas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e365111133602-e365111133602, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/>. Acesso em: 19 jun. 2023.

SPIES, Luciane. **Identificação da arborização urbana de dois bairros e um distrito do município de Missal-Paraná**. 2022. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

VASQUES, Adrielly Tarcilio. **Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana do município de Fênix, Paraná**. 2020. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 17 jun. 2023.

XIMENEZ, Gabriel Rezende. **Arborização urbana com espécies nativas: recomendações para a escolha de espécies para o plantio em Godoy Moreira, PR, BR**. 2018. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 16 jun. 2023.

ZANELA, Wilian. **Plantio de madeira para construção civil enfoque na cultura do pinus**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 21 jun. 2023.

VIANA, Dandara. **Estruturas de Madeira: bases de cálculo segundo a NBR 7190/97**. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/wp-content/uploads/2019/01/Estruturas-madeira-bases-calculo.pdf>. Acesso em: 26 out. 2023.