

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

MARIA CAROLINA CORDEIRO SAYEGH

**MONITORAMENTO DE PLANTIO EXPERIMENTAL DE MUDAS EM
DIFERENTES PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO NA ARBORIZAÇÃO DA
CIDADE DO RECIFE-PE**

RECIFE-PE

2023

MARIA CAROLINA CORDEIRO SAYEGH

**MONITORAMENTO DE PLANTIO EXPERIMENTAL DE MUDAS EM
DIFERENTES PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO NA ARBORIZAÇÃO DA
CIDADE DO RECIFE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das
exigências para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto

Coorientador: Dr. José Edson de Lima Torres

RECIFE-PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S274m Sayegh, Maria Carolina Cordeiro
Monitoramento de plantio experimental de mudas em diferentes padrões de desenvolvimento na arborização da cidade do Recife-PE / Maria Carolina Cordeiro Sayegh. - 2023.
52 f. : il.

Orientador: Everaldo Marques de Lima Neto.
Coorientador: Jose Edson de Lima Torres.
Inclui referências e apêndice(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Florestal, Recife, 2023.

1. Arborização urbana. 2. Padrão de plantio. 3. Qualidade das mudas . 4. Taxa de sobrevivência . 5. Espécies adaptadas. I. Neto, Everaldo Marques de Lima, orient. II. Torres, Jose Edson de Lima, coorient. III. Título

CDD 634.9

MARIA CAROLINA CORDEIRO SAYEGH

**MONITORAMENTO DE PLANTIO EXPERIMENTAL DE MUDAS EM
DIFERENTES PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO NA ARBORIZAÇÃO DA
CIDADE DO RECIFE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte das
exigências para obtenção do Título de Bacharel em
Engenharia Florestal.

Aprovado em: 19/09/2023

Banca Examinadora

Prof. Dr. Everaldo Marques de Lima Neto - UFRPE/DCFL

Orientador

Dr. João Paulo Ferreira da Silva - SMAS/RECIFE

Examinador

Me. Nélio Domingos da Silva - UFRPE/DCFL

Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me proporcionou a determinação necessária para vencer os desafios que surgiram ao longo da minha jornada acadêmica.

À minha família, ao meu noivo e aos meus amigos, por toda dedicação constante, apoio e carinho incondicional, sempre acreditando no meu potencial.

Ao meu orientador Everaldo Lima, e coorientador Edson Torres, pela orientação perspicaz, paciência e pelos ensinamentos, que foram fundamentais para este trabalho.

À Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife (SMAS), pela contribuição com o fornecimento dos dados que viabilizaram a realização deste trabalho.

Aos meus companheiros de estágio, em especial a Júlio Martins, pelo incentivo, ajuda e toda assistência durante este trabalho.

Aos professores do Departamento de Ciência Florestal, pelos ensinamentos que foram essenciais para o meu desenvolvimento tanto no âmbito pessoal quanto profissional.

Às minhas amigas da faculdade, em especial a Natália Dias, Richely Silva, Larissa Lopes e Samiah Lacerda, pelo apoio durante toda a graduação, tornando tudo isso mais leve.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a minha formação e realização deste trabalho.

RESUMO

Na arborização urbana é comum observar conflitos entre as árvores e os elementos urbanos, o que acaba resultando em um manejo inadequado e a mortalidade do indivíduo arbóreo. Por essa razão, é fundamental a implementação do monitoramento, utilizando métodos de inventário florestal urbano. Diante do novo padrão de plantio definido pela lei municipal do Recife Nº 18.938, de 17 de junho de 2022, este estudo tem como objetivo monitorar o plantio experimental de mudas de árvores urbanas em diferentes padrões de desenvolvimento na cidade do Recife-PE, buscando oferecer subsídios ao poder público para a melhoria da arborização da cidade. Para isso, foram avaliados em 180 e 360 dias após o plantio (janeiro e julho de 2023) os parâmetros quantitativos (frequência relativa, altura e diâmetro a altura do peito), qualitativos (parâmetros fitossanitários) e a taxa de sobrevivência das mudas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm. Além disso, também foram avaliadas as espécies que mais se adaptaram às condições da região. A partir deste estudo, observou-se que todas as mudas plantadas experimentalmente foram consideradas jovens, e que, 52% apresentaram boas condições fitossanitárias. A sobrevivência do plantio experimental superou o percentual de 60%, apresentando 87% de sobrevivência em campo para as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm e 62% para as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm. As espécies que se destacaram por apresentar uma taxa de sobrevivência superior a 60% foram a *Poecilanthe parviflora* (Canela-do-brejo), *Ficus enormis* (Figueira), *Handroanthus roseoalbus* (Ipê-branco), *Cenostigma pluviosum* (Sibipiruna), *Libidibia ferrea* (Pau-ferro), *Cariniana ianeirensis* (Jequitibá-lilás), *Pterocarpus violaceus* (Aldagro), *Cariniana legalis* (Jequitibá-rosa), *Cariniana rubra* (Jequitibá-vermelho) e *Peltophorum dubium* (Canafistula). Conclui-se que, a utilização das árvores estabelecidas pelo novo padrão de arborização garante a redução na taxa de mortalidade das árvores plantadas, diminuindo a necessidade constante de manutenção e reposição do indivíduo arbóreo.

Palavras-chave: arborização urbana; padrão de plantio; qualidade das mudas; taxa de sobrevivência; espécies adaptadas.

ABSTRACT

In urban afforestation, it is common to observe conflicts between trees and urban elements, which ends up resulting in inadequate management and the mortality of tree individuals. For this reason, it is essential to implement monitoring using urban forest inventory methods. Due to the new planting pattern defined by the municipal law of Recife N° 18.938, of June 17, 2022, this study aims to monitor the experimental planting of urban tree seedlings in different development patterns in the city of Recife, Pernambuco, in order to offer to the public power subsidies for the improvement of the afforestation of the city. For this, were evaluated quantitative parameters (relative frequency, height and diameter at breast height), qualitative parameters (phytosanitary parameters) and the survival rate of the seedlings planted with a diameter pattern at breast height of 5 and 10 cm at 180 and 360 days after planting (January and July 2023). In addition, the species that best adapted to the conditions of the region were also evaluated. From this study, it was observed that all experimentally planted seedlings were considered young, and that 52% had good phytosanitary conditions. The rate of survival of the experimental planting exceeded 60%, with 87% survival in the field for seedlings with a diameter at breast height of 5 cm and 62% for seedlings with a diameter at breast height of 10 cm. The species that presents a highlight with a survival rate of over 60% were *Poecilanthe parviflora*, *Ficus enormis*, *Handroanthus roseoalbus*, *Cenostigma pluviosum*, *Libidibia ferrea*, *Cariniana ianeirensis*, *Pterocarpus violaceus*, *Cariniana legalis*, *Cariniana rubra* and *Peltophorum dubium*. In conclusion, the use of trees established by the new standard of afforestation guarantees a reduction in the mortality rate of planted trees, so, it reduces the constant need for maintenance and replacement of tree individuals.

Keywords: urban afforestation; planting pattern; seedling quality; survival rate; adapted species.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização geográfica da cidade do Recife, estado de Pernambuco.	22
Figura 2 - Abertura dos berços para a realização do plantio das mudas na cidade do Recife-PE: A- abertura dos berços com o uso da perfuratriz; B- abertura dos berços com a utilização de equipamentos manuais.	26
Figura 3 - Procedimentos para a realização do plantio das mudas na cidade do Recife-PE: A- plantio das mudas com a ajuda do guincho e cinta de amarração; B- cobertura realizada com NPK e uma camada fina de solo.	27
Figura 4 - Escoramento das mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm: A- estacas cravadas no solo para o apoio; B- amarração de varas de bambu no tronco da muda.	27
Figura 5 - Taxa de incremento de altura média das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	33
Figura 6 - Taxa de incremento de altura média das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	34
Figura 7 - Taxa de incremento de DAP médio das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	35
Figura 8 - Taxa de incremento de DAP médio das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	36
Figura 9 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm, plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	37
Figura 10 - Classificação das mudas de árvores urbanas avaliadas de acordo com os parâmetros fitossanitários: A-Árvore boa; B- Árvore regular; C- Árvore ruim; D- Árvore morta.	38
Figura 11 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	39
Figura 12 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	40
Figura 13 - Taxa de sobrevivência das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	41
Figura 14 - Taxa de sobrevivência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	42

Figura 15 - Taxa de sobrevivência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Espécies selecionadas para a realização do plantio experimental das mudas de árvores urbanas na cidade do Recife-PE.	23
Quadro 2 - Distribuição das mudas de árvores plantadas por tamanho de DAP (cm), tipo de Floresta Urbana Pública e local de plantio na cidade do Recife-PE.	24
Quadro 3 - Descrição dos parâmetros fitossanitários adotados para a avaliação das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.....	31
Tabela 2 - Frequência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.....	32
Tabela 3 - Ranking das espécies com maior taxa de sobrevivência (TS), melhores condições fitossanitárias e maiores taxas de incremento médio (INCMédio), plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.....	43
Tabela 4 - Comparação dos padrões de desenvolvimento das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo geral	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Floresta urbana e os serviços ecossistêmicos	17
3.2 Planejamento da floresta urbana	18
3.3 Monitoramento das árvores urbanas	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Caracterização da área de estudo	22
4.2 Plantio experimental das mudas de árvores urbanas	22
4.2.1 Espécies selecionadas.....	23
4.2.2 Locais de plantio.....	24
4.2.3 Plantio das mudas de árvores urbanas.....	25
4.3 Coleta de dados	28
4.3.1 Parâmetros quantitativos.....	28
4.3.2 Parâmetros qualitativos.....	29
4.3.3 Taxa de sobrevivência.....	29
4.3.4 Identificação das espécies mais adaptadas.....	30
4.3.5 Comparação dos padrões de desenvolvimento.....	30
4.4 Análise de dados	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Parâmetros quantitativos	31
5.1.1 Relação das espécies plantadas.....	31
5.1.2 Altura média e diâmetro a altura do peito (DAP) das mudas de árvores urbanas.....	33
5.2 Parâmetros qualitativos	37
5.2.1 Condições fitossanitárias das mudas de árvores urbanas.....	37
5.3 Sobrevivência das mudas de árvores urbanas	41
5.4 Identificação das espécies mais adaptadas às condições da região	43
5.5 Comparação dos padrões de desenvolvimento das mudas de árvores urbanas	44

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A - ESPÉCIES MAIS ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES DA REGIÃO.	52

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado das cidades ocasionou a transformação do ambiente urbano, proporcionando condições de artificialidade em relação às áreas verdes naturais, e com isso, prejuízos à qualidade de vida dos cidadãos (Justino *et al.*, 2019).

A floresta urbana é empregada como uma forma de amenizar os efeitos negativos causados pela urbanização mal planejada. Ela é vista como um elemento natural reformulador do espaço urbano, e quando presente nos centros urbanos desempenham benefícios ambientais que contribuem para a melhoria da qualidade de vida da população e do meio ambiente (Lima, 2022).

Nas áreas urbanas é comum observar árvores em conflito com diversos elementos como calçadas, muros, postes, rede de fiação aérea, entre outros. Esses problemas além de danificar os elementos urbanos, resultam na maioria das vezes em um manejo inadequado e prejudicial às árvores, ocasionando a mortalidade dos indivíduos arbóreos (Cecchetto, Christmann e Oliveira, 2014).

Por este motivo, faz-se necessário o monitoramento para avaliar a qualidade das árvores plantadas. Essa avaliação pode ser realizada através do inventário arbóreo urbano, visto que, é uma ferramenta fundamental que visa obter informações sobre a arborização nas áreas urbanas, incluindo as espécies presentes, seu estado de saúde e distribuição no território. Além disso, ajuda a detectar necessidades de manejo e a localizar novas áreas para o plantio de árvores (Silva, Leite e Tonello, 2014).

Reconhecendo os inúmeros benefícios ambientais que a arborização proporciona para o ambiente urbano, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Cidade do Recife (SMAS) e a Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana (EMLURB) realizam ações frequentes de plantio e manutenção das árvores urbanas da cidade do Recife. No entanto, as mudas plantadas, dependendo do seu tamanho, apresentam índice de sobrevivência inferior a 60% (Coêlho e Lima Neto, 2023).

Esse baixo índice ocorre devido às ações adversas que as mudas enfrentam no ambiente em que são plantadas, sendo as mais frequentes o vandalismo, adaptação aos fatores ambientais e a qualidade das mudas provenientes dos viveiros (Rotermund, Motta e Almeida, 2012). Essas dificuldades acabam tornando-as susceptíveis a pragas e doenças, comprometendo as condições fitossanitárias das árvores urbanas (Guardia, 2020).

Para a obtenção de mudas de qualidade, devem-se levar em consideração os tratamentos silviculturais utilizados no viveiro, no plantio e na manutenção, favorecendo uma boa formação e estabelecimento das mudas (Ribeiro, 2017). Quando é adotado um padrão elevado na produção e manutenção das árvores urbanas, a qualidade se destaca, gerando redução significativa dos índices de mortalidade e melhor condição fitossanitária, ocasionando no futuro árvores com maiores condições de adaptabilidade ao meio urbano (Locastro, 2016).

Para favorecer a sobrevivência e a qualidade das mudas, foi estabelecido um novo padrão para as árvores urbanas plantadas ou transplantadas nas ruas e avenidas da cidade do Recife, regulamentado pela nova lei de arborização urbana da cidade, a Lei Municipal Nº 18.938, de 17 de junho de 2022 (Recife, 2022). Esse novo padrão refere-se ao plantio de mudas de árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) mínimo de 5 cm e altura mínima de 3,5 metros.

Diante disso, parte-se da hipótese de que a utilização de mudas de árvores estabelecidas pelo novo padrão de arborização garante a redução na taxa de mortalidade das árvores plantadas, diminuindo a necessidade constante de manutenção e reposição do indivíduo arbóreo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Monitorar o plantio experimental de mudas de árvores urbanas em diferentes padrões de desenvolvimento na cidade do Recife-PE, oferecendo subsídios ao poder público para a gestão da arborização da cidade.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar o crescimento, em altura e diâmetro, e a condição fitossanitária das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente;
- b) Determinar o percentual de sobrevivência das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente e os possíveis danos que influenciam na mortalidade dos plantios;
- c) Identificar as espécies mais adaptadas às condições naturais da região;
- d) Comparar os diferentes padrões de desenvolvimento das mudas de árvores urbanas plantadas, a fim de estabelecer o melhor desempenho entre eles.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Floresta urbana e os serviços ecossistêmicos

Dois conceitos têm sido usados no Brasil para designar o conjunto de vegetação existente em uma cidade: Arborização Urbana e Floresta Urbana. Esses dois conceitos tiveram suas definições redefinidas com base nos termos alcançados por canadenses e norte-americanos (Magalhães, 2006). A diferença básica entre eles é a mudança do elemento árvore, do individual para o coletivo.

O termo “Urban Forest” (Floresta Urbana) proposto por Erik Jorgensen em 1970, no Canadá, foi a primeira definição designada para se referir ao conjunto de vegetação existente em uma cidade (Grey e Deneke, 1986). O conceito de floresta urbana é trabalhado por Biondi (2015) com a finalidade de centralizar uma terminologia que abranja os estudos relacionados à vegetação presente nas áreas urbanas. De forma mais ampla, pode ser definida como toda cobertura vegetal situada dentro do perímetro urbano, a qual inclui diferentes formas de vida (Biondi, 2015).

Enquanto que o termo “Arborização Urbana” foi inicialmente utilizado no Brasil em tradução do termo “Urban Forest”, adotando-se a mesma compreensão dada pelos norte-americanos (Duarte *et al.*, 2018). Entende-se então por arborização urbana, o conjunto de terras públicas e privadas, com vegetação predominantemente arbórea ou em estado natural que uma cidade apresenta, e neste inclui as árvores de ruas e avenidas, parques públicos e demais áreas verdes (Milano, 1996). No entanto, alguns autores sugerem a utilização do termo “Floresta Urbana” (Gonçalves, 2000).

A floresta urbana considera duas grandes categorias, a floresta urbana particular, a qual inclui-se bosques e jardins em áreas particulares, e a floresta urbana pública, sendo esta última subdividida em duas categorias, a arborização de ruas e as áreas verdes (Biondi, 2015). As árvores localizadas em vias públicas, calçadas ou canteiros centrais são denominadas de arborização de ruas (Reis *et al.*, 2019). Enquanto que as árvores localizadas em locais com solo permeável, o que se conhece como parques, praças, bosques, jardins públicos e reservas particulares são denominadas de áreas verdes (Bargos e Matias, 2011).

Quando planejada corretamente, a floresta urbana desempenha benefícios responsáveis pela melhoria da vida da população e da qualidade do ambiente, além de reduzir o impacto ambiental causado pelo crescimento desordenado das cidades (Pires *et al.*, 2010). Estes benefícios conhecidos como serviços ecossistêmicos, são considerados benefícios diretos e

indiretos obtidos pelo homem a partir do funcionamento dos ecossistemas (Muñoz e Freitas, 2017).

Segundo a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005), eles podem ser classificados em quatro categorias, os serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais. Dentre eles podemos destacar a melhoria da qualidade do ar e do solo, bem como na saúde física e mental da população, além de influenciar na redução da poluição sonora e visual, e auxiliar na conservação do ambiente ecologicamente equilibrado (Lima, 2022).

No entanto, para que a floresta urbana cumpra com suas funcionalidades no meio urbano, o planejamento é essencial (Kordy, Sobh e Mostafa, 2016). De acordo com Cabral (2013), a ausência de planejamento pode resultar em diversos transtornos diários para a população e infraestrutura das cidades, comprometendo os objetivos e benefícios das árvores urbanas. Os problemas que mais se destacam são os conflitos com os equipamentos urbanos e as árvores, como fiação elétrica e afloramento de raízes nas calçadas (Matos e Queiroz, 2009).

3.2 Planejamento da floresta urbana

Muitas cidades brasileiras foram formadas sem planejamento prévio, e o impacto disso ainda é visível nos centros urbanos, especificamente em relação aos plantios e manejos errôneos das árvores urbanas (Lima, 2022). Segundo Bobrowski (2011), o sucesso da floresta urbana depende de um planejamento correto e criterioso, sendo necessário considerar diversos fatores.

De forma mais ampla, o planejamento é o processo de identificação e ordenamento de fatores e meios necessários para alcançar objetivos pré-definidos, abrangendo aspectos temporais e procedimentos (Milano, 1996). Diante disso, o planejamento da floresta urbana é considerado uma etapa indispensável para garantir a qualidade de vida das pessoas (Silva e Silveira, 2020). Além disso, é importante seguir as recomendações técnicas durante o seu planejamento e sua execução (Garcia *et al.*, 2020).

O planejamento da arborização de um município é de total responsabilidade da gestão pública local, portanto deve conter medidas e métodos para a sua realização e manutenção das árvores urbanas do município (Ferreira, Ferreira e Gouveia, 2016). Diante disso, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Cidade do Recife publicou no ano de 2013 o Manual de Arborização Urbana, com orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade, desde a análise do local, produção de mudas, plantio

definitivo, manutenção e conservação, além de anexos com lista de espécies indicadas e da legislação vigente.

Para a realização de um bom planejamento faz-se necessário o conhecimento das condições do ambiente urbano, assim como as características individuais de cada árvore. Os principais problemas relacionados às árvores urbanas são à falta de planejamento e o conhecimento técnico adequado para o manejo das mesmas (Maria, 2017). De acordo com Bobrowski (2014), os problemas podem ser classificados em duas categorias: danos causado às árvores e danos causados pelas árvores.

Os danos causados às árvores podem variar desde danos físicos, como poda inadequada, vandalismo e injúrias mecânicas, aos danos fitossociológicos, como a ocorrência de pragas e doenças, devido a ocorrência dos danos físicos (Velasco, 2003). Por sua vez, os danos causados pelas árvores são ocasionados pela interferência aos equipamentos urbanos, como calçadas, rede elétrica e edificações, e pelo comprometimento dos serviços urbanos, como livre circulação (Santos *et al.*, 2015). Segundo Coêlho e Lima Neto (2023), esses prejuízos estão diretamente ligados à não adequação da espécie empregada ao espaço disponível.

De acordo com o Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017), ao implantar espécies arbóreas no ambiente urbano, além de conhecer suas características, é necessário avaliar as condições do local, bem como suas características ambientais (clima e solo) e seus aspectos estruturais (largura das calçadas, posição da fiação elétrica e iluminação pública, localização da rede subterrânea de água e esgoto, distanciamento entre as edificações). Incluindo o conhecimento das características fisiológicas e morfológicas das árvores, pois a utilização inadequada de algumas espécies podem ocasionar inúmeros problemas (Nascimento, 2019).

Ao selecionar as árvores que irão compor o ambiente urbano é necessário levar em consideração o seu porte, suas características (tipo de copa, floração, frutificação e comportamento do tronco e raízes) e sua resistência a pragas e doenças (Biondi e Lima Neto, 2011). Além disso, o Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017) destaca sobre a importância de priorizar espécies nativas. Sob a mesma perspectiva, Biondi e Lima Neto (2011), complementam que, ao selecionar as espécies deve-se evitar aquelas que possuem princípios tóxicos e/ou alergênicos.

Porém, o uso de espécies nativas ainda não é uma prática priorizada nos ambientes urbanos, visto que ainda são observadas a presença de espécies exóticas (Rufino, Silvino e Moro, 2019). Segundo Brito, Hossomi e Oliveira (2015), a presença dessas espécies podem

influenciar na paisagem local e no desenvolvimento do ecossistema. Entretanto, Garcia et al. (2020), explica que, apesar de sua frequência ocasionar desequilíbrios no ambiente, a introdução de espécies exóticas também podem oferecer benefícios à fauna local. Por esse motivo, é indicado utilizar a diversidade de espécies arbóreas nativas e exóticas contidas no Manual de Arborização Urbana do Recife.

3.3 Monitoramento das árvores urbanas

As árvores representam investimentos para o município, por isso, é necessário o conhecimento para o embasamento de ações e manutenções necessárias para a conservação das árvores, de modo a maximizar os benefícios e valorizar os investimentos do patrimônio público (Zamproni *et al.*, 2018). Esse conhecimento é realizado a partir do monitoramento das árvores urbanas, que consiste em avaliar o estado geral das mudas plantadas.

É possível realizar essa avaliação através de um inventário florestal urbano, que pode ser de caráter quantitativo e/ou qualitativo. De acordo com Floriano (2021), quando o objetivo é determinar o patrimônio arbóreo da cidade, com foco na identificação e quantificação das espécies, a avaliação é feita de forma quantitativa, já quando o objetivo é analisar todas as estruturas das árvores e o espaço disponível para o seu desenvolvimento, a avaliação é feita de forma qualitativa.

Os inventários são fundamentais para a realização de um bom planejamento e manutenção das árvores, pois ajudam a identificar e orientar as práticas a serem realizadas (Melo e Meunier, 2017). Sob a mesma perspectiva, Lima Neto (2011) complementa que, o inventário funciona como um devedor para o monitoramento contínuo das árvores urbanas, permitindo a identificação de problemas de cada espécie e a indicação de novos pontos para o plantio. De acordo com Coêlho (2022), os parâmetros avaliados nos inventários variam de acordo com a finalidade da avaliação. Esses parâmetros podem incluir a sobrevivência de plantios, adequação às estruturas urbanas, fitossanidade e área de cobertura (Pereira *et al.*, 2017; Nóbrega *et al.*, 2018; Musselli, Martinez e Rocha-Lima, 2020; Pinheiro, Marcelino e Moura, 2021).

A avaliação das condições fitossanitárias das árvores pode ser realizada através da identificação e análise de problemas relacionados a pragas, doenças e danos físicos (Santos *et al.*, 2019). Segundo Martins, Andrade e Angelis (2010), os principais aspectos fitossanitários relacionados à saúde das árvores, consistem, principalmente em ataques de pragas e ocorrência de doenças, que acaba resultando na deterioração do indivíduo. Sob a mesma

perspectiva, Wohlleben (2017) complementa que a saúde das árvores depende do ambiente em que estão inseridas.

A falta de planejamento e manejo adequado das árvores urbanas pode enfraquecê-las e torná-las susceptíveis a pragas e doenças, visto que, as práticas errôneas além de afetar o desenvolvimento da árvore, acaba expondo a sociedade em risco, pois árvores doentes possuem uma maior probabilidade de queda (Guardia, 2020). De acordo com o Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017) podem ser adotadas técnicas como a exclusão, erradicação, proteção, imunização e dendrocirurgia, quando a fitossanidade encontra-se comprometida.

A sobrevivência das árvores é um aspecto crucial a ser considerado quando se trata do plantio e da manutenção das árvores urbanas. Essa sobrevivência pode ser avaliada a partir da porcentagem de árvores que sobrevivem e se mantêm saudáveis após serem plantadas em ambientes urbanos (Farias *et al.*, 2018). Segundo Coêlho e Lima Neto (2023) a falta de planejamento ou o baixo nível de conhecimento técnico favorece dificuldades no desenvolvimento e estabelecimento das árvores urbanas, resultando em uma baixa taxa de sobrevivência.

A mortalidade dos plantios das árvores urbanas pode variar dependendo de uma série de fatores, como o tipo de espécie plantada, a não adequação da espécie ao espaço disponível, as condições de solo e clima, o manejo adequado, e até mesmo o cuidado e manutenção oferecidos após o plantio (Cordeiro *et al.*, 2021). Além disso, o envolvimento e a conscientização das pessoas são importantes para o sucesso da sobrevivência das árvores urbanas. Contudo, é importante destacar que as árvores urbanas precisam de manutenções adequadas no decorrer do seu desenvolvimento, pois estão sujeitas a desgastes (Guardia, 2020).

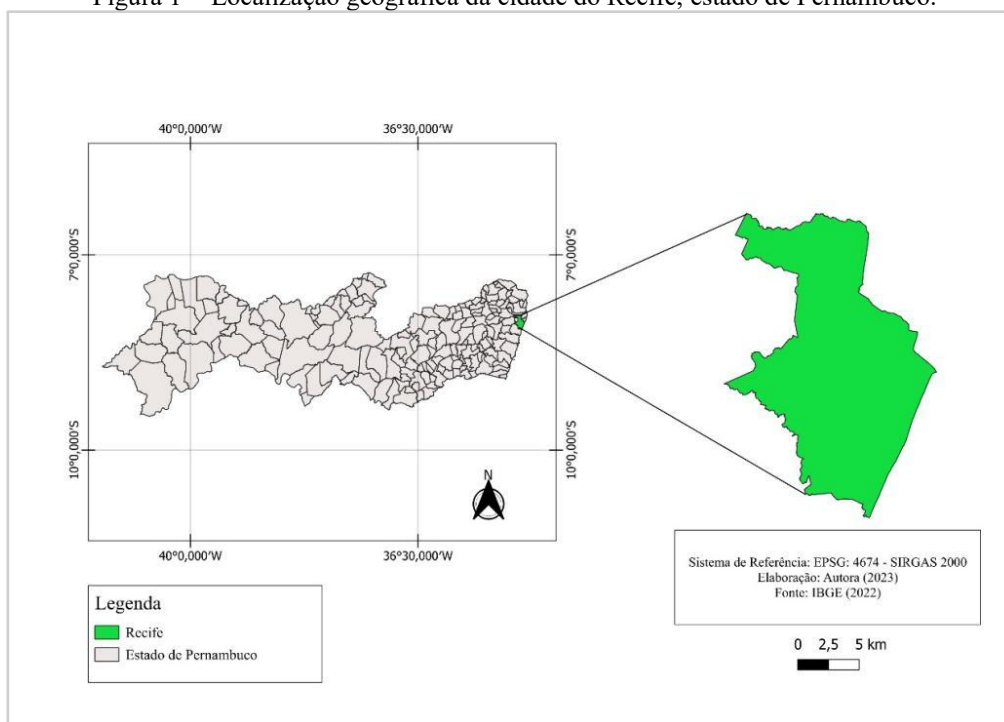
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

A cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco, está situada na porção leste do estado, entre as latitudes $8^{\circ}04'03''\text{S}$ e as longitudes $34^{\circ}55'00''\text{W}$ (Figura 1). A cidade está dividida em seis Regiões Político Administrativas (RPA), contendo 94 bairros, e limitada pelos municípios de Olinda, Paulista, Jaboatão dos Guararapes, São Lourenço da Mata e Camaragibe, além de ser banhada pelo Oceano Atlântico (Recife, s.d).

Segundo a classificação de Koppen, a cidade apresenta um clima do tipo As' , caracterizado como tropical quente e úmido, com chuvas de inverno (Dubreuil *et al.*, 2018). Apresentando também, vegetação natural composta por remanescentes de Mata Atlântica e Manguezais (Melo e Meunier, 2017).

Figura 1 - Localização geográfica da cidade do Recife, estado de Pernambuco.



Fonte: Autora (2023).

4.2 Plantio experimental das mudas de árvores urbanas

O plantio experimental das mudas de árvores urbanas foi realizado no ano de 2022 pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da cidade do Recife (SMAS). Esta iniciativa se deu por intermédio do setor de Divisão de Arborização, com o propósito de

avaliar a adaptação, o desenvolvimento e o comportamento dos indivíduos arbóreos no ambiente urbano. O objetivo principal era obter informações para estabelecer o novo padrão de plantio das árvores urbanas nas ruas e avenidas da cidade do Recife, com base nas observações e avaliações feitas durante as manutenções e vistorias.

Durante a execução, foram plantadas 105 mudas de árvores urbanas em diferentes locais da cidade do Recife, como calçadas, recuos, parques e praças. Dentre esse total, 55 mudas apresentaram um padrão de diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou maior a 5 cm e uma altura superior a 3 metros, e as outras 50 mudas com padrão de diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou maior a 10 cm e uma altura superior a 5 metros. Outro fator de comparação entre esses dois padrões é o custo de aquisição, sendo as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm mais econômicas em comparação com as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm.

4.2.1 Espécies selecionadas

Para a execução do plantio experimental foram selecionadas 15 espécies arbóreas nativas do Brasil, de médio a grande porte (Quadro 1). Apesar das espécies *Pterocarpus violaceus* Vogel (Aldagro), *Poecilanthe parviflora* Benth. (Canela-do-Brejo), *Eriotheca candolleana* (K.Schum.) A.Robyns (Catuaba), *Ficus enormis* Mart. ex Miq. (Figueira), *Inga vera* Willd. (Inga-do-brejo), *Handroanthus pentaphyllus* (L.) Mattos (Ipê-el-salvador), *Cariniana ianeirensis* R.Knuth (Jequitiba-lilás), *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Jequitibá-rosa) e *Cariniana rubra* Gardner ex Miers (Jequitibá-vermelho) não estarem presentes no Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017), são recomendadas para o plantio no ambiente urbano.

A justificativa do plantio destes indivíduos foi devido a necessidade de identificar novas espécies adaptadas à arborização urbana no Recife, e com isso aumentar a diversidade florística na região.

Quadro 1 - Espécies selecionadas para a realização do plantio experimental das mudas de árvores urbanas na cidade do Recife-PE.

Nome Científico	Nome Popular
<i>Pterocarpus violaceus</i> Vogel	Aldrago
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Canafistula
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Canela-do-brejo

<i>Eriotheca candolleana</i> (K.Schum.) A.Robyns	Catuaba
<i>Ficus enormis</i> Mart. ex Miq.	Figueira
<i>Inga vera</i> Willd.	Inga-do-brejo
<i>Handroanthus roseoalbus</i> (Ridl.) Mattos	Ipê-branco
<i>Handroanthus pentaphyllus</i> (L.) Mattos	Ipê-el-salvador
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê-rosa
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê-roxo
<i>Cariniana ianeirensis</i> R.Knuth	Jequitibá-lilás
<i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze	Jequitibá-rosa
<i>Cariniana rubra</i> Gardner ex Miers	Jequitibá-vermelho
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau-ferro
<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis	Sibipiruna

Fonte: Autora (2023).

4.2.2 Locais de plantio

Os locais para o plantio foram definidos em uma reunião conjunta com a Secretaria de Planejamento, Gestão e Transformação Digital (SEPLATD) e a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Recife (SMAS). A decisão foi validada pelo prefeito da cidade do Recife, durante a 1º Reunião de Monitoramento de 2022, com o objetivo de discutir a arborização da cidade.

Os locais em que foi realizado o plantio das 105 mudas de árvores urbanas possuem características de calçadas, recuo ajardinado, parques e praças (Quadro 2). Essa escolha levou em consideração áreas com alto nível de aridez, pouca vegetação e que estão passando por um processo de revitalização paisagística.

Quadro 2 - Distribuição das mudas de árvores plantadas por tamanho de DAP (cm), tipo de Floresta Urbana Pública e local de plantio na cidade do Recife-PE.

DAP (cm)	Tipo de Floresta Urbana Pública	Locais de plantio
5	Arborização de Ruas	Recuo Forte do Brum
		Recuo Estrada dos Remédios
		Recuo Antônio de Goes
		Recuo Derby Center
		Recuo Túnel Chico Science
	Áreas Verdes	Parque da Macaxeira

		Forte das Cinco Pontas
10	Arborização de Ruas	Mercado da Encruzilhada
		Recuo Imip
		Recuo Quartel do Derby
		Parque da Macaxeira
	Áreas Verdes	Praça do Pilar
		Praça do Chié
		Praça Largo do Santa Cruz
		Parque do Caiara

Fonte: Autora (2023).

4.2.3 Plantio das mudas de árvores urbanas

As mudas foram provenientes de viveiros especializados da cidade de São Paulo. Ao chegarem em Recife, foram acondicionadas em uma local aberto no Jardim Botânico, para adaptação ao clima local e realização do processo de rustificação durante o período de 30 dias. As mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm tiveram que passar por um processo de sangria, que consiste na remoção de todo solo em volta juntamente com a poda do sistema radicular, para a formação do torrão (Amaral, 2021).

Para o plantio, foi realizado a abertura dos berços, que variaram de acordo com o tamanho dos torrões e das mudas, adicionando-se composto orgânico. Para as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm, foi utilizado uma perfuratriz acoplada a uma retroescavadeira (Figura 2A), e para as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm foram utilizadas pás, picaretas e enxadas (Figura 2B).

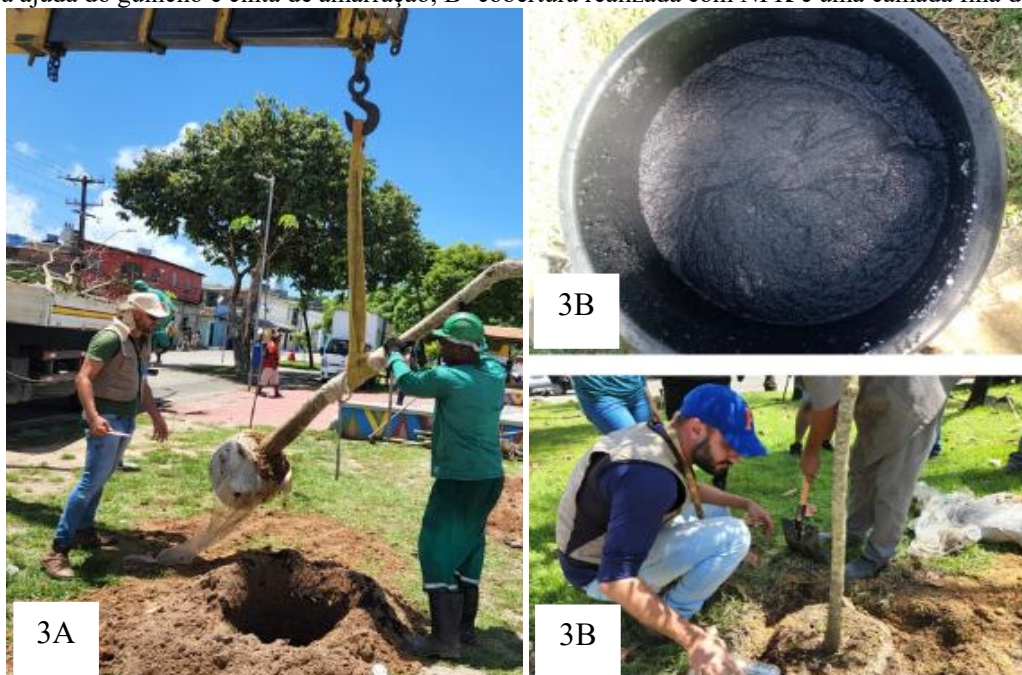
Figura 2 - Abertura dos berços para a realização do plantio das mudas na cidade do Recife-PE: A- abertura dos berços com o uso da perfuratriz; B- abertura dos berços com a utilização de equipamentos manuais.



Fonte: Acervo interno da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Cidade do Recife (2022).

Após a abertura dos berços, foi realizado o plantio das mudas de árvores urbanas. Para retirá-las do caminhão guincho, utilizou-se uma cinta de amarração para sustentação e direcionamento até o berço (Figura 3A). Em seguida, foi adicionado Hidrogel, um polímero biodegradável, que ajuda a manter a umidade nas raízes da planta. Além disso, foi feita a adubação com NPK granulado e uma fina camada de solo foi utilizada para cobertura do plantio (Figura 3B).

Figura 3 - Procedimentos para a realização do plantio das mudas na cidade do Recife-PE: A- plantio das mudas com a ajuda do guincho e cinta de amarração; B- cobertura realizada com NPK e uma camada fina de solo.



Fonte: Acervo interno da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Cidade do Recife (2022).

Após a realização do plantio, foi realizado o escoramento das mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm, para evitar o tombamento e possíveis acidentes aos pedestres. O escoramento foi feito utilizando varas de bambu inclinadas e fixadas a estacas cravadas previamente no solo (Figura 4A). Para garantir a sustentação das varas, foram utilizadas tiras de borracha elástica enroladas no tronco das mudas (Figura 4B).

Figura 4 - Escoramento das mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm: A- estacas cravadas no solo para o apoio; B- amarração de varas de bambu no tronco da muda.



Fonte: Acervo interno da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Cidade do Recife (2022).

4.3 Coleta de dados

O monitoramento para a avaliação das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente foi realizado em 180 e 360 dias após o plantio (janeiro e julho de 2023, respectivamente). A avaliação foi realizada através de visitas aos locais de plantio, observando os parâmetros quantitativos e qualitativos das mudas plantadas.

4.3.1 Parâmetros quantitativos

Os parâmetros quantitativos foram obtidos com o objetivo de avaliar o crescimento das mudas de árvores urbanas e identificar a distribuição das espécies no local.

a) Relação das espécies plantadas: para a obtenção da relação das espécies foi calculada a frequência relativa, com base na seguinte fórmula proposta por Santos *et al.* (2019):

$$FR (\%) = \frac{Ni}{N} \times 100$$

Em que: FR é a frequência relativa; Ni é o número de indivíduos da espécie no local; N é o número total de indivíduos da espécie.

b) Altura total (Ht): para a medição da altura total das mudas, foi utilizado o clinômetro eletrônico Haglof©. Para utilização desse equipamento é necessário o conhecimento da distância horizontal entre o equipamento e o elemento a ser medido. Essa distância foi obtida utilizando uma trena.

c) Diâmetro a altura do peito (DAP): para a medição da circunferência a altura do peito (CAP) foi utilizado uma trena, priorizando uma altura de 1,30 metros acima do solo, para posterior cálculo do diâmetro a altura do peito (DAP), com base na seguinte fórmula proposta por Oliveira *et al.* (2018):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Em que: DAP é o diâmetro a altura do peito; CAP é a circunferência a altura do peito.

d) Incremento médio (ICM): para uma melhor avaliação do crescimento das espécies foi calculado o incremento médio, a partir das medições de altura e diâmetro a altura do peito (DAP) em 180 e 360 dias após o plantio.

4.3.2 Parâmetros qualitativos

Os parâmetros qualitativos foram obtidos por meio de uma análise visual, avaliando as condições fitossanitárias das mudas plantadas, conforme o Quadro 3, adaptado a metodologia de Nascimento (2019) e Santos *et al.* (2019).

Quadro 3 - Descrição dos parâmetros fitossanitários adotados para a avaliação das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.

Parâmetros	
Boa	Para árvores vigorosas e saudas, sem sinais de pragas, doenças e/ou injúrias físicas e mecânicas, com forma/arquitetura de acordo com a característica da espécie, sem nenhum sinal de vandalismo e nenhuma necessidade de poda.
Regular	Para árvores com média condição de vigor e saúde, com sinais de pragas, doenças e/ou injúrias físicas e mecânicas leves, com forma/arquitetura parcialmente desconfigurada, baixo sinal de vandalismo e baixa necessidade de poda.
Ruim	Para árvores sem nenhuma condição de vigor e saúde, com sinais de pragas, doenças e/ou injúrias físicas e mecânicas severas, excesso de perda de folhas, com forma/arquitetura bastante desconfigurada, alto sinal de vandalismo, alta necessidade de poda, mas não apresenta morte iminente.
Morta	Para árvores secas, sem folhas, não sendo possível observar o fluxo de seiva e com forma/arquitetura totalmente desconfigurada.

Fonte: Adaptado de Nascimento (2019) e Santos *et al.* (2019).

4.3.3 Taxa de sobrevivência

Para avaliar a sobrevivência das mudas das árvores urbanas plantadas experimentalmente, foi realizada a percentagem de sobrevivência em campo com base na seguinte fórmula proposta por Farias *et al.* (2018):

$$SC (\%) = \frac{N - n}{N} \times 100$$

Em que: SC é a percentagem de sobrevivência em campo; N é o número total de mudas plantadas; n é o número total de indivíduos mortos.

4.3.4 Identificação das espécies mais adaptadas

Para a identificação das espécies mais adaptadas às condições da região foi elaborado um ranking, onde foram considerados os dados de incremento médio de altura e diâmetro a altura do peito (DAP), a distribuição das condições fitossanitárias e a taxa de sobrevivência.

Para a classificação foram consideradas as espécies com taxa de sobrevivência superior a 60%. Esse critério foi adotado levando em consideração o índice de perda das mudas plantadas antes do estabelecimento do novo padrão de plantio de árvores urbanas, como visto no estudo realizado por Coêlho e Lima Neto (2023) ao avaliar a taxa de sobrevivência de plantios realizados no período de 2016 a 2020, na cidade do Recife-PE.

Quando a taxa de sobrevivência envolvia mais de uma espécie, eram atribuídos critérios de desempate, como a avaliação das condições fitossanitárias seguido do incremento médio de altura e DAP.

4.3.5 Comparação dos padrões de desenvolvimento

Com o propósito de comparar de maneira mais abrangente os padrões de desenvolvimento das mudas plantadas, foi calculado a média dos resultados de incremento médio de altura e diâmetro a altura do peito (DAP), das condições fitossanitárias e da taxa de sobrevivência das espécies. Esses dados foram organizados em tabela, objetivando fornecer uma melhor visualização e uma comparação mais precisa dos resultados obtidos.

4.4 Análise de dados

Após a coleta de dados, as informações foram tabuladas e organizadas em planilhas, através do programa Microsoft Excel. Em seguida, os dados foram submetidos a uma análise descritiva, com o intuito de resumir os aspectos importantes dos parâmetros observados, visando a criação de tabelas e gráficos.

Além disso, os dados qualitativos, referentes a altura e diâmetro a altura do peito (DAP) foram submetidos a uma análise de regressão linear, para obtenção do coeficiente de determinação (R^2), e com isso, obter uma melhor explicação sobre a diferença entre as espécies nos períodos de monitoramento avaliados (180 e 360 dias).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros quantitativos

5.1.1 Relação das espécies plantadas

Do total de mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm, houve a predominância das espécies *E. candolleana* (75%) e *P. violaceus* (67%) em locais de plantio caracterizados como arborização de ruas (calçadas e recuos). Enquanto que nos locais caracterizados como áreas verdes (praças e parques), houve a predominância das espécies *F. enormis* (100%) e *L. ferrea* (71%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Frequência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.

Espécies	N	Frequência (%)	
		Arborização de ruas	Áreas verdes
<i>P. violaceus</i>	12	67,0	33,0
<i>P. parviflora</i>	7	43,0	57,0
<i>E. candolleana</i>	4	75,0	25,0
<i>F. enormis</i>	5	0,0	100,0
<i>C. ianeirensis</i>	7	43,0	57,0
<i>C. rubra</i>	3	33,0	67,0
<i>L. ferrea</i>	7	29,0	71,0
<i>C. pluviosum</i>	10	40,0	60,0
Total	55	24	31

Fonte: Autora (2023).

As espécies predominantes *E. candolleana*, *P. violaceus* e *F. enormis* não estão presentes no Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017). Por outro lado, o manual recomenda o plantio da espécie *L. ferrea* em praças e parques. Dentre essas espécies, a *F. enormis* não é recomendada para a arborização em vias públicas, o que remete a escolha do plantio ter sido realizado 100% nos locais caracterizados como áreas verdes. Segundo Carvalho *et al.* (2013), essa espécie apresenta um rápido crescimento e desenvolve um sistema radicular agressivo, o que acaba ocasionando o comprometimento dos equipamentos urbanos.

Do total de mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm, houve a predominância das espécies *H. pentaphyllus* (50%), *P. dubium*, *H. roseoalbus* e *H. impetiginosus* (33%) em locais de plantio caracterizado como arborização de ruas (calçadas e recuos). Enquanto que nos locais caracterizados como áreas verdes (praças e parques), houve a predominância das espécies *I. vera* e *H. heptaphyllus* (100%) e *C. legalis* (90%) (Tabela 2).

Tabela 2 - Frequência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.

Espécies	N	Frequência (%)	
		Arborização de ruas	Áreas verdes
<i>P. dubium</i>	3	33,0	67,0
<i>I. vera</i>	2	0,0	100,0
<i>H. roseoalbus</i>	6	33,0	67,0
<i>H. pentaphyllus</i>	2	50,0	50,0
<i>H. heptaphyllus</i>	4	0,0	100,0
<i>H. impetiginosus</i>	12	33,0	67,0
<i>C. legalis</i>	21	10,0	90,0
Total	50	10	40

Fonte: Autora (2023).

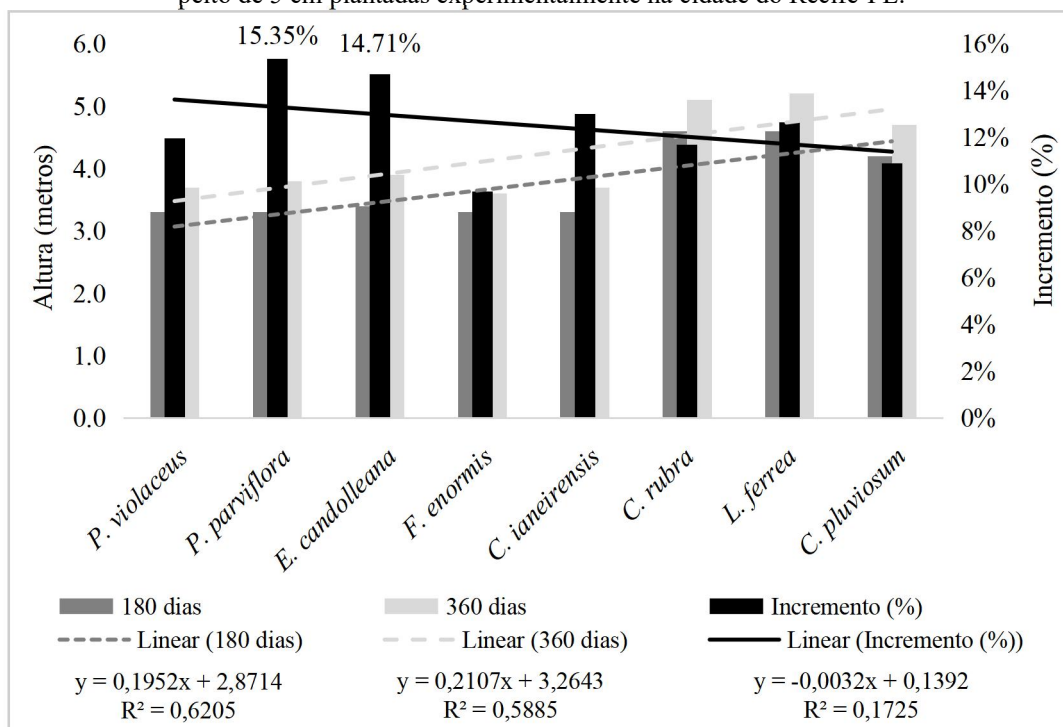
As espécies predominantes *P. dubium*, *H. roseoalbus* e *H. impetiginosus* são recomendadas para o plantio em vias públicas, e a espécie *H. heptaphyllus* é recomendada para o plantio em praças e parques, de acordo com o Manual de Arborização Urbana do Recife (Recife, 2017). Enquanto que as espécies *H. pentaphyllus*, *I. vera* e *C. legalis* não encontram-se no manual. Para Coêlho e Lima Neto (2023), é considerado preocupante a utilização de espécies que não estão presentes no manual de arborização da cidade, uma vez que os padrões de desenvolvimento da espécie pode não ser compatíveis com os equipamentos urbanos, o que resultaria em problemas estruturais futuros.

Entretanto, por se tratar de um plantio experimental realizado pelo próprio órgão gestor responsável pela arborização da cidade, não é considerado preocupante o plantio das espécies que não estão presentes no manual, visto que, uma das finalidades do plantio experimental foi encontrar novas espécies que se adaptem à cidade do Recife, para serem utilizadas na arborização da cidade.

5.1.2 Altura média e diâmetro a altura do peito (DAP) das mudas de árvores urbanas

Em relação à altura média das mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm, os valores variaram de 3,3 a 5,2 metros. As espécies que obtiveram as maiores alturas após o monitoramento foram *L. ferrea* e *C. rubra*. Entretanto, as espécies que mais cresceram em altura em relação a altura inicial foram *P. parviflora* e *E. candolleana*, com um incremento médio de 15,35% e 14,71%, respectivamente (Figura 5).

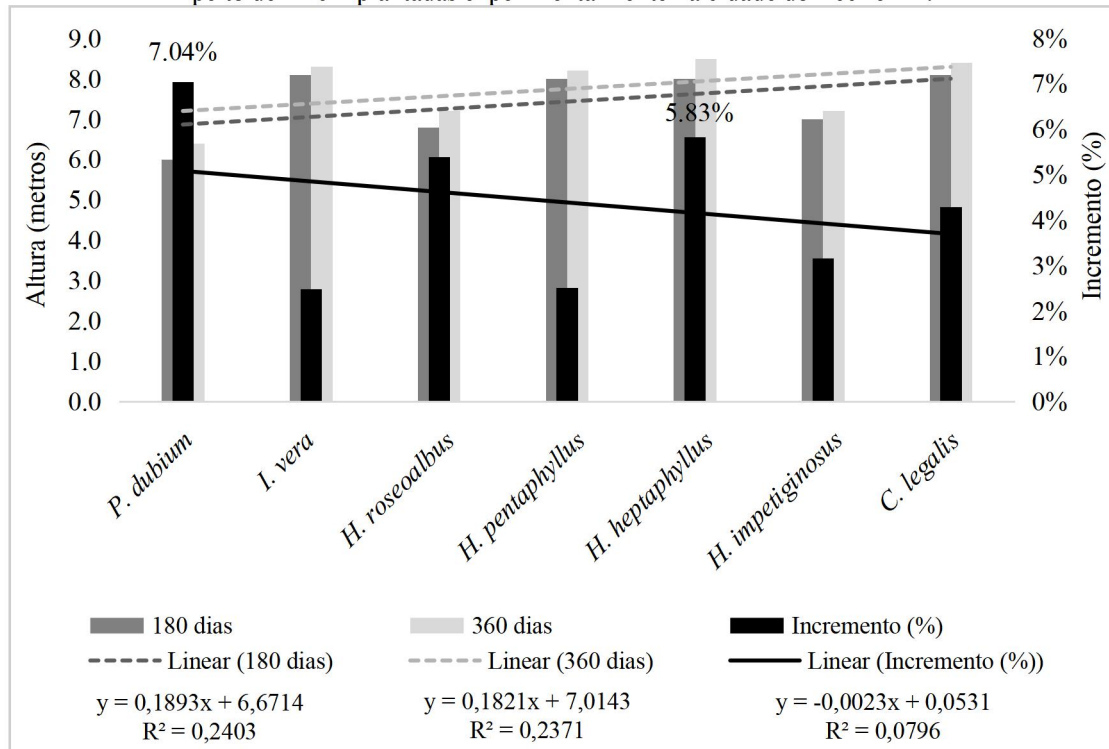
Figura 5 - Taxa de incremento de altura média das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Enquanto que as mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm obtiveram valores de altura média variando entre 6,0 a 8,5 metros. As espécies que apresentaram as maiores alturas foram *H. heptaphyllus* e *C. legalis*. Entretanto, as que mais cresceram em altura em relação a altura inicial foram *P. dubium* e *H. heptaphyllus*, com um incremento médio de 7,04% e 5,83%, respectivamente (Figura 6).

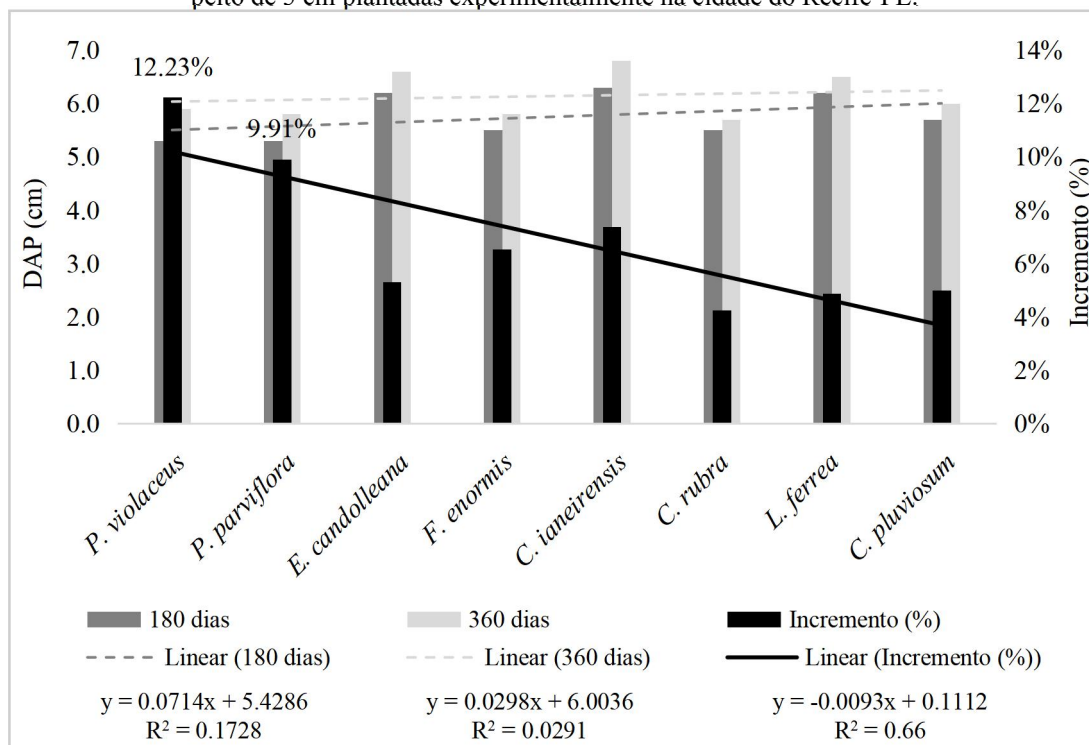
Figura 6 - Taxa de incremento de altura média das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Com relação ao DAP médio das mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm, os valores variaram de 5,3 a 6,8 centímetros. As espécies que apresentaram maiores valores de DAP após o monitoramento foram *C. ianeirensis* e *E. candolleana*. Entretanto, as que mais cresceram em diâmetro em relação ao diâmetro inicial foram *P. violaceus* e *P. parviflora*, com um incremento médio de 12,23% e 9,91%, respectivamente (Figura 7).

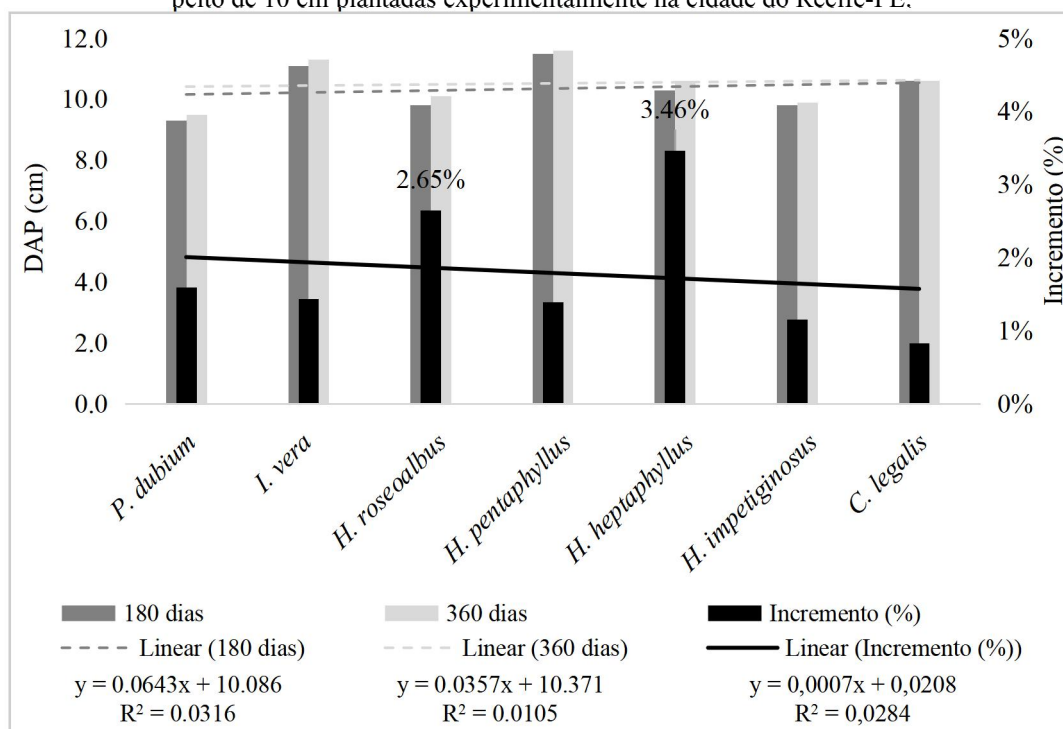
Figura 7 - Taxa de incremento de DAP médio das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Enquanto que os valores de DAP médio das mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm, variaram de 9,3 a 11,6 centímetros. As espécies que apresentaram maiores valores após o monitoramento foram *H. pentaphyllus* e *I. vera*. Entretanto, as que mais cresceram em diâmetro em relação ao diâmetro inicial foram *H. heptaphyllus* e *H. roseoalbus*, com um incremento médio de 3,46% e 2,65%, respectivamente (Figura 8).

Figura 8 - Taxa de incremento de DAP médio das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Diante dos valores médios encontrados de altura e diâmetro a altura do peito (DAP), pode-se dizer que as mudas de árvores urbanas do plantio experimental avaliadas neste estudo são consideradas jovens, de acordo com a Lei Municipal N° 18.938/22 (Recife, 2022).

A partir dos valores obtidos do coeficiente de determinação (R^2), é possível verificar que foram abaixo de 70%, evidenciando que não há relação das variáveis de crescimento entre as espécies nos períodos de monitoramento analisados (180 e 360 dias). Para Biondi e Leal (2010), isso pode ser justificado devido ao período de monitoramento das espécies está associado ao seu crescimento. Isso se torna ainda mais evidente ao considerar características como o porte das árvores e o estágio sucessional a que cada uma delas pertence.

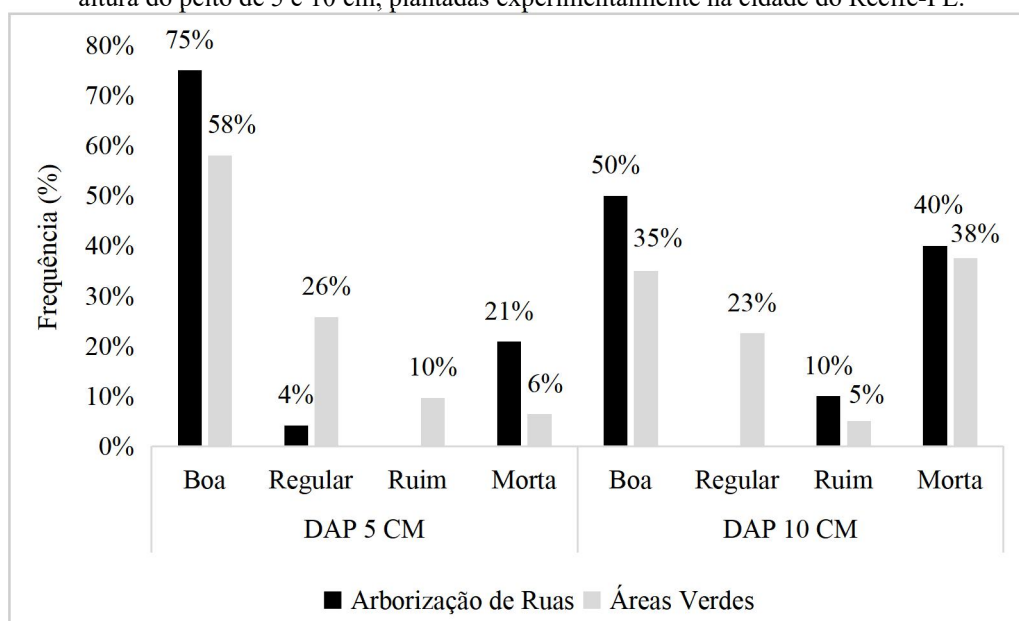
Justino *et al.* (2019), ao realizar o levantamento da arborização urbana do distrito de Santa Gertudes-PB, constatou resultados semelhantes de altura e diâmetro a altura do peito (DAP). Essa semelhança nos resultados pode ser atribuída, em grande parte, ao fato das árvores avaliadas terem sido plantadas recentemente. Além disso, houve a justificativa de que os resultados obtidos foram devido à juvenildade dos indivíduos arbóreos. Isso ressalta a importância de prolongar o período de monitoramento das mudas de árvores urbanas do plantio experimental, visando uma maior adaptação das espécies plantadas.

5.2 Parâmetros qualitativos

5.2.1 Condições fitossanitárias das mudas de árvores urbanas

Das 55 mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas em locais caracterizados como arborização de ruas (calçadas e recuos), 75% encontravam-se em boas condições fitossanitárias, 4% em condições regulares e 21% mortas. Por outro lado, nos locais caracterizados como áreas verdes (praças e parques), 58% das mudas apresentaram boas condições, 26% condições regulares, 10% condições ruins e 6% mortas. Com relação as 50 mudas de árvores com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas em vias públicas, 50% encontravam-se em boas condições, 10% em condições ruins e 40% mortas. Enquanto que em áreas verdes, 35% das mudas apresentaram boas condições, 23% condições regulares, 5% condições ruins e 38% mortas (Figura 9 e 10).

Figura 9 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm, plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

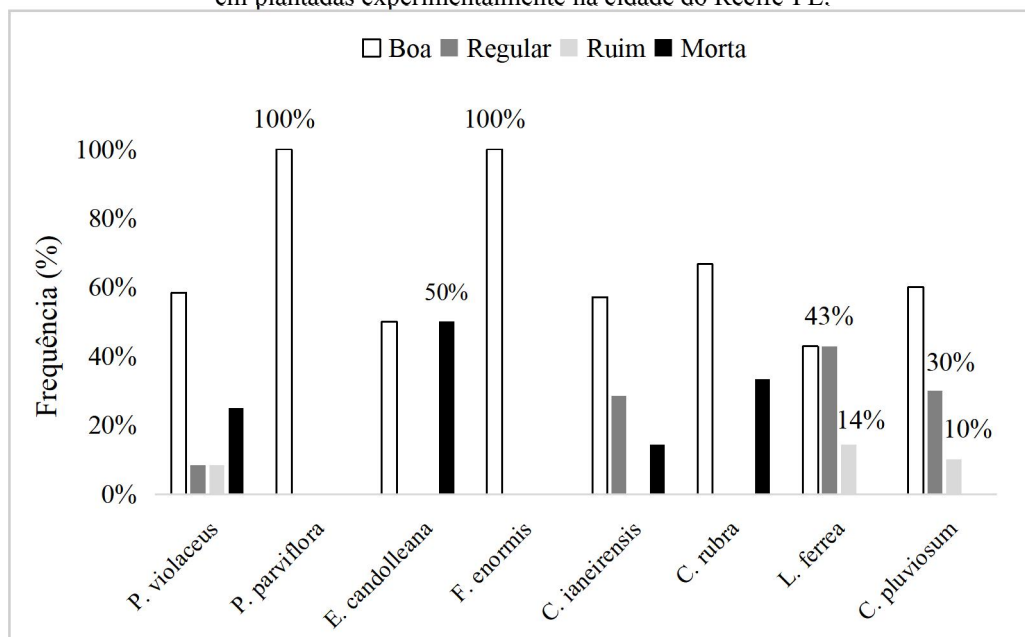
Figura 10 - Classificação das mudas de árvores urbanas avaliadas de acordo com os parâmetros fitossanitários: A-Árvore boa; B- Árvore regular; C- Árvore ruim; D- Árvore morta.



Fonte: Autora (2023).

Com relação às condições fitossanitárias das espécies plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm (Figura 11), foi possível avaliar que as espécies *P. parviflora* e *F. enormis* foram as únicas que apresentaram 100% dos indivíduos plantados com boas condições fitossanitárias. Por outro lado, as espécies *L. ferrea* e *C. pluviosum* destacaram-se por apresentar condições regulares (43 e 30%) e ruins (14 e 10%), respectivamente. A espécie *E. candolleana* apresentou 50% de indivíduos mortos, ou seja, do total que foi plantado, ocorreu a morte de metade desses indivíduos.

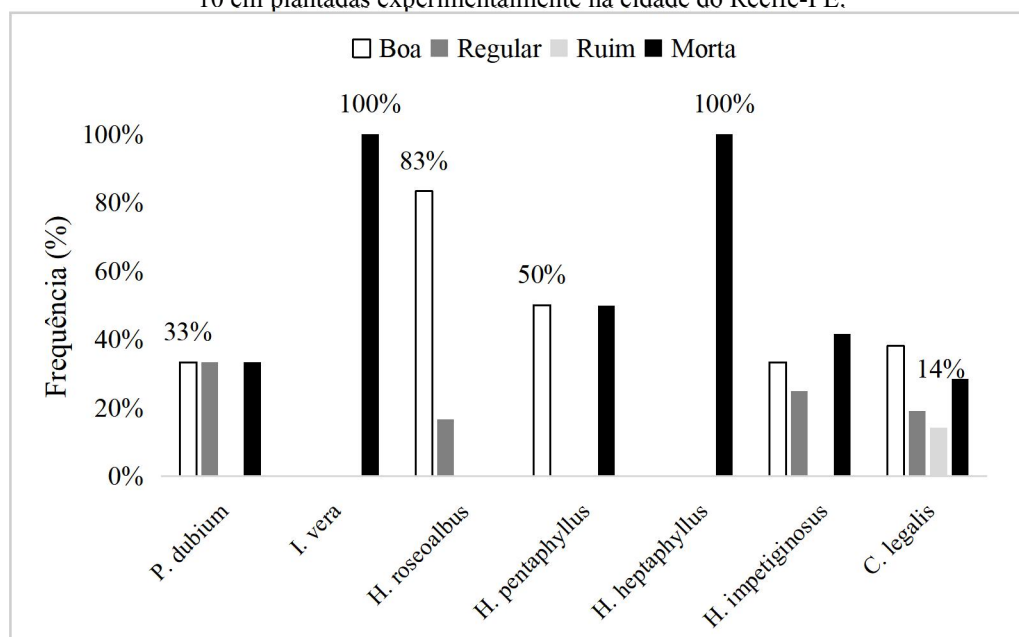
Figura 11 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Enquanto que as condições fitossanitárias das espécies plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm (Figura 12), as que se destacaram por apresentar boas condições fitossanitárias foram as espécies *H. roseoalbus* e *H. pentaphyllus* (83 e 50%), respectivamente. Por outro lado, a espécie *P. dubium* foi a que apresentou a maior percentagem de condição regular, com 33%. A espécie *C. legalis* foi a única que apresentou condições ruins, com 14%. E das espécies mortas, as que mais se destacaram foram as espécies *I. vera* e *H. heptaphyllus*, apresentando 100% de mortalidade do total de mudas de árvores urbanas plantadas.

Figura 12 - Frequência dos parâmetros fitossanitários das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Ao avaliar de forma conjunta as mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm, constatou-se que 52% apresentaram boas condições fitossanitárias, 17% condições regulares, 6% condições ruins e 25% mortas. Esses resultados contrastam com os encontrados por Lima (2021), que, ao realizar um diagnóstico qualitativo da arborização do parque do Atalaia, no município de Escada-PE, identificou que 68% dos indivíduos encontravam-se em boas condições, 9% em condições regulares, 2% em condições ruins e 1% mortos.

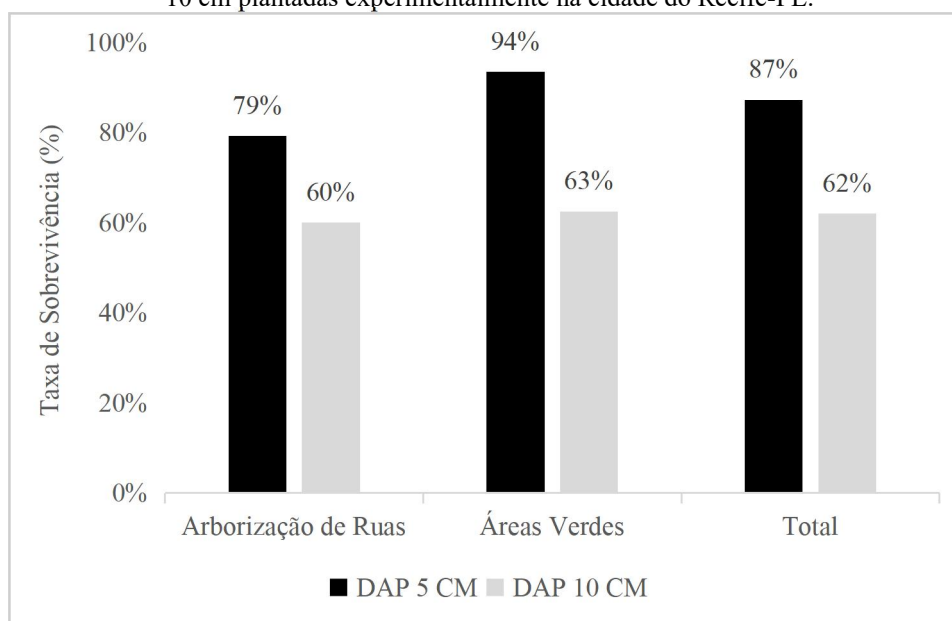
No entanto, ao avaliar as condições fitossanitárias classificadas como boas, regulares e ruins, observa-se semelhança com os resultados encontrados por Nascimento (2019), ao realizar uma análise qualitativa da arborização em um bairro na cidade de Recife-PE. O estudo identificou que 63% dos indivíduos apresentaram boas condições fitossanitárias, 25% condições regulares e 12% condições ruins.

Com base nos resultados encontrados dos parâmetros fitossanitários, é evidenciado que grande parte das mudas de árvores urbanas plantadas experimental apresentaram condições fitossanitárias positivas, o que entende-se que o plantio foi conduzido de maneira adequada e que as mudas estão se adaptando às condições do meio urbano (Zardin *et al.*, 2018).

5.3 Sobrevivência das mudas de árvores urbanas

As mudas de árvores urbanas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm obtiveram taxas de sobrevivência de 79% em locais caracterizados como arborização de ruas (calçadas e recuos), e 94% em locais caracterizados como áreas verdes (praças e parques). No entanto, as mudas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm obtiveram 60% e 63% de sobrevivência em locais de arborização de ruas e áreas verdes, respectivamente. Quando avaliado conjuntamente os locais de plantio, as mudas plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm obtiveram 87% de sobrevivência, enquanto que as mudas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm, obtiveram 62% (Figura 13).

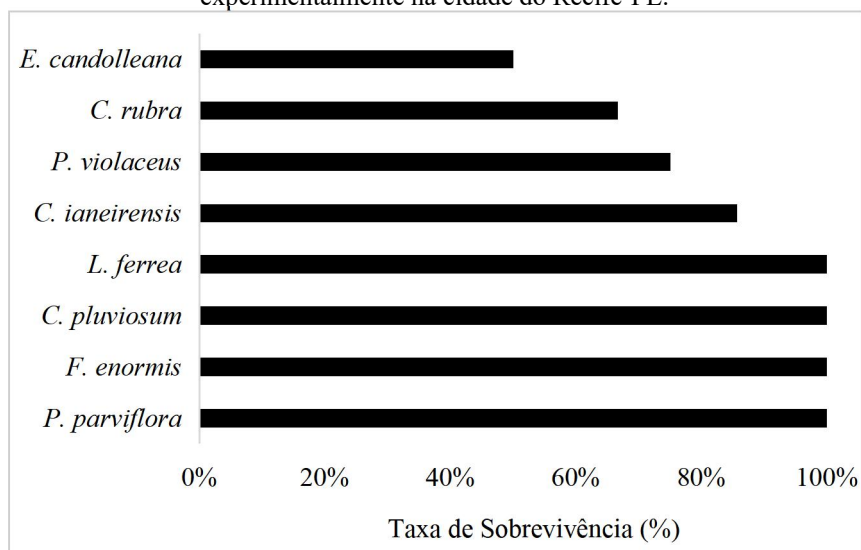
Figura 13 - Taxa de sobrevivência das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 e 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Com relação à taxa de sobrevivência das espécies plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm (Figura 14), as espécies *P. parviflora*, *F. enormis*, *L. ferrea* e *C. pluviosum* apresentaram 100% de sobrevivência, não ocorrendo dessa forma a morte de nenhum indivíduo durante o tempo de monitoramento. Por outro lado, a espécie *E. candolleana* apresentou a menor taxa de sobrevivência entre as espécies plantadas (50%).

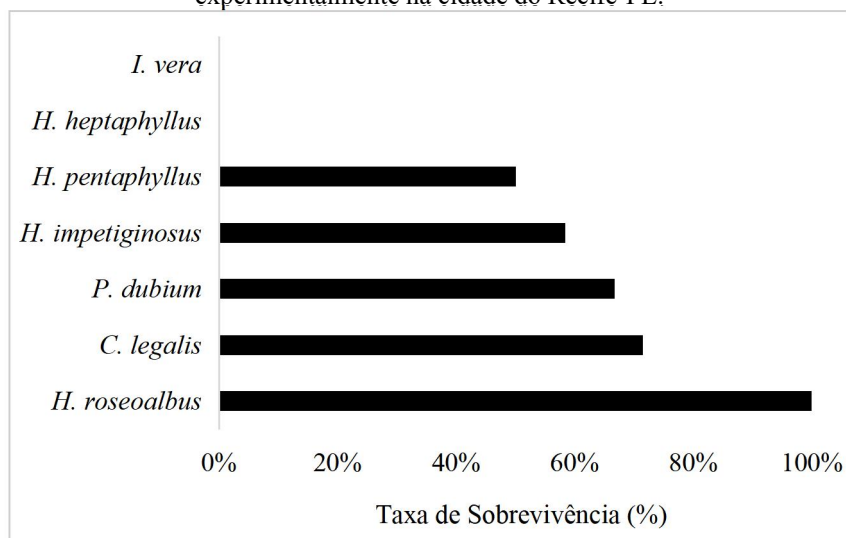
Figura 14 - Taxa de sobrevivência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Enquanto que nas espécies plantadas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm (Figura 15), *H. roseoalbus* foi a única que apresentou 100% de sobrevivência. Já as espécies *I. vera* e *H. heptaphyllus* foram as únicas que apresentaram 0% de sobrevivência, ou seja, todos os indivíduos dessas espécies durante o monitoramento morreram. Isso pode ter ocorrido devido ao plantio de poucos indivíduos dessas espécies. Além disso, as mudas com esse padrão de desenvolvimento passaram por um processo de sangria, o que pode ter provocado um impacto no sistema radicular, ocasionado uma baixa taxa de pegamento dessas mudas (Biondi e Lima Neto, 2011; Amaral, 2021).

Figura 15 - Taxa de sobrevivência das espécies com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.



Fonte: Autora (2023).

Existem também outras razões pelas quais algumas espécies obtiveram uma baixa ou nenhuma taxa de sobrevivência, entre elas podemos destacar o estresse ambiental (Mores *et al.*, 2019), que essas árvores sofrem vindo de São Paulo e a ausência de manutenção e tratamentos silviculturais, especialmente nos primeiros anos após plantio (Pereira *et al.*, 2017).

5.4 Identificação das espécies mais adaptadas às condições da região

Do total de 15 espécies plantadas, as que desenvolveram-se de maneira satisfatória nas condições naturais do Recife foram as espécies *P. parviflora*, *F. enormis*, *H. roseoalbus*, *C. pluviosum*, *L. ferrea*, *C. ianeirensis*, *P. violaceus*, *C. legalis*, *C. rubra* e *P. dubium* (Apêndice A). Essas espécies se destacaram devido as taxas de sobrevivência terem sido maior que 60% (Tabela 3).

Tabela 3 - Ranking das espécies com maior taxa de sobrevivência (TS), melhores condições fitossanitárias e maiores taxas de incremento médio (INCMédio), plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.

Posição	Nome Científico	INCMédio (%)		Condições Fitossanitárias (%)				TS (%)
		Altura	DAP	Boa	Regular	Ruim	Morta	
1	<i>P. parviflora</i>	15,35	9,91	100,00	-	-	-	100,00
2	<i>F. enormis</i>	9,70	6,52	100,00	-	-	-	100,00
3	<i>H. roseoalbus</i>	5,39	2,65	83,00	17,00	-	-	100,00
4	<i>C. pluviosum</i>	10,90	4,99	60,00	30,00	10,00	-	100,00
5	<i>L. ferrea</i>	12,65	4,87	43,00	43,00	14,00	-	100,00
6	<i>C. ianeirensis</i>	12,99	7,38	57,00	29,00	-	14,00	86,00
7	<i>P. violaceus</i>	11,96	12,23	58,00	8,00	8,00	25,00	75,00
8	<i>C. legalis</i>	4,28	0,83	38,00	19,00	14,00	29,00	71,00
9	<i>C. rubra</i>	11,68	4,25	67,00	-	-	33,00	67,00
10	<i>P. dubium</i>	7,04	1,59	33,00	33,00	-	33,00	67,00

Fonte: Autora (2023).

Dessas 10 espécies, 7 são com o padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm e 3 são com o padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm. O que reforça novamente que as mudas plantadas com o padrão de 5 cm se adaptaram melhor as condições naturais da região, quando comparadas com as do padrão de 10 cm. Dentre essas espécies as que mais se destacaram foram a *P. parviflora* e a *F. enormis*, com uma taxa de sobrevivência de 100%, e com todos os indivíduos em boas condições fitossanitárias.

As espécies *P. parviflora*, *F. enormis*, *P. violaceus*, *C. ianeirensis*, *C. legalis* e *C. rubra* não encontram-se na lista de espécies indicadas no Manual de Arborização Urbana da Cidade do Recife (Recife, 2017). Porém, de acordo com os resultados encontrados, pode-se dizer que essas espécies adaptaram-se às condições naturais do Recife.

5.5 Comparação dos padrões de desenvolvimento das mudas de árvores urbanas

Das 105 mudas de árvores urbanas plantadas, torna-se evidente que as mudas com o padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm apresentaram desempenho superior em comparação com o padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm (Tabela 4). Essa diferença pode ser atribuída à juvenilidade dessas mudas em relação à sua altura e DAP, permitindo uma adaptação mais eficaz as ações adversas que enfrentam no ambiente à medida que crescem. Além disso, a ausência da necessidade de submeter-se ao processo de sangria pode ter contribuído para o maior desempenho.

Tabela 4 - Comparação dos padrões de desenvolvimento das mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE.

Padrão de Desenvolvimento	INCMédio (%)		Condições Fitossanitárias (%)				TS (%)
	Altura	DAP	Boa	Regular	Ruim	Morta	
DAP 5 CM	12,49	6,93	66,88	13,72	4,08	15,33	87,00
DAP 10 CM	4,38	1,79	34,01	13,44	2,04	50,51	62,00

Fonte: Autora (2023).

As mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm aumentou apenas 2% de sobrevivência em campo, quando comparado com os plantios das mudas com o antigo padrão de arborização. A adoção desse padrão de desenvolvimento acaba trazendo desafios substanciais, devido a essas mudas terem que se submeter ao processo de sangria, ocasionando um estresse considerável, devido a realização da poda do sistema radicular, para o transplântio dessas mudas.

Portanto, a adoção do novo padrão de plantio de mudas de árvores urbanas da cidade do Recife, traz benefícios em termos de redução de custos operacionais no plantio e na reposição de indivíduos, quando comparado com o antigo padrão de arborização, visto que mudas com menor porte são mais econômicas que as mudas com maior porte.

Contudo, existem algumas estratégias para mitigar os problemas ou desafios relacionados ao desenvolvimento das mudas de árvores urbanas. Em um cenário mais propício, seria a aquisição dessas mudas de áreas próximas da cidade do Recife, como regiões, cidades vizinhas, ou de viveiros locais. No entanto, é notório que os viveiros locais não possuem infraestrutura adequada para a produção desse porte de mudas. Dessa forma, torna-se importante estabelecer meios de logísticas que promovam e mantenham a qualidade das mudas durante todo o processo de transporte. Outra alternativa viável seria o incentivo à produção de mudas desse porte pelo próprio viveiro ou horto municipal.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O monitoramento de mudas de árvores urbanas plantadas experimentalmente na cidade do Recife-PE confirmou que, a utilização das mudas de árvores estabelecidas pelo novo padrão de arborização garante a redução na taxa de mortalidade das árvores plantadas, diminuindo a necessidade constante de manutenção e reposição do indivíduo arbóreo.
- Com base nos parâmetros quantitativos avaliados, a maioria das mudas de árvores urbanas do plantio experimental são consideradas jovens. E com isso, os valores do coeficiente de determinação (R^2) foram abaixo de 70%, evidenciando que não há relação das variáveis de crescimento entre as espécies nos períodos de monitoramento analisados.
- Para os parâmetros qualitativos avaliados, conclui-se que as mudas de árvores urbanas do plantio experimental em sua grande maioria apresentaram boas condições fitossanitárias.
- A sobrevivência das mudas de árvores urbanas com padrão de diâmetro a altura do peito de 5 cm foi superior quando comparado com as de padrão de diâmetro a altura do peito de 10 cm.
- As espécies que mais se adaptaram às condições naturais da região foram *P. parviflora* (Canela-do-brejo), *F. enormis* (Figueira), *H. roseoalbus* (Ipê-branco), *C. pluviosum* (Sibipiruna), *L. ferrea* (Pau-ferro), *C. ianeirensis* (Jequitibá-lilás), *P. violaceus* (Aldagro), *C. legalis* (Jequitibá-rosa), *C. rubra* (Jequitibá-vermelho) e *P. dubium* (Canafistula).
- Faz-se necessário o monitoramento dos parâmetros quantitativos por maior período de tempo, para garantir melhor avaliação da altura e diâmetro a altura do peito das mudas de árvores urbanas do plantio experimental. Além disso, é importante intensificar os tratamentos silviculturais que compreende a manutenção da arborização nos locais de plantio.
- Recomenda-se a aquisição de mudas provenientes de áreas próximas da cidade do Recife, e a implementação de meios de logística que promovam e mantenham a qualidade das mudas durante todo o transporte, com o objetivo de reduzir o estresse ambiental.
- Conclui-se que este estudo possibilita um melhor planejamento e direcionamento à gestão pública municipal para a adoção de medidas de redução de custos operacionais de plantio de mudas de árvores urbanas e reposição de indivíduos na cidade do Recife.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. A. **Manejo agrônômico aplicado ao paisagismo: Experiências e técnicas na execução e manutenção de áreas paisagísticas**. 2021. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Avaliação Ecológica do Milênio (MEA). **Ecosistemas e bem-estar humano: Síntese da biodiversidade**. Instituto de Recursos Mundiais, Washington, Island Press, 31 p., 2005.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: Um estudo de revisão e propostas conceituais. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.

BIONDI, D. **Floresta Urbana: conceitos e terminologias**. Curitiba: A autora, p. 11-27, 2015.

BIONDI, D.; LEAL, L. Monitoramento de mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. Plantadas experimentalmente na arborização de ruas da cidade de Curitiba - PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v. 5, n. 2, p. 158-173, 2010.

BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba: Daniela Biondi, v. 1, p. 109-130, 2011.

BOBROWSKI, R. **Estrutura e dinâmica da arborização de ruas de Curitiba, Paraná, no período 1984-2010**. 2011. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BOBROWSKI, R. **Gestão da arborização de ruas: ferramentas para o planejamento técnico e participativo**. 2014. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BRITO, L.; HOSSOMI, S. T.; OLIVEIRA, W. L. **Espécies exóticas na arborização viária do município de Rancharia-SP**. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, Prudente-SP, v. 3, n. 6, p. 69-74, 2015.

CABRAL, P. I. D. Arborização urbana: problemas e benefícios. **Revista Especialize**, Goiânia, v.1, n. 6, 2013.

CARVALHO, A. A. et al. **A inviabilidade do ficus (*Ficus benjamina* L.) para arborização viária**. Anais da XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão - UFRPE: Recife-PE, 3 p., 2013.

CECCHETTO, C. T.; CHRISTMANN, S. S.; OLIVEIRA, T. D. de. **Arborização urbana: importância e benefícios no planejamento ambiental das cidades**. XVI Seminário Internacional de Educação no Mercosul, Cruz Alta-RS, p. 1-13, 2014.

COELHO, C. B. **Análise comparativa entre plantios, erradicações e quedas de árvores urbanas em Recife-PE**. 2022. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

COÊLHO, C. B.; LIMA NETO, E. M. de. Sobrevivência e qualidade de plantios na arborização de ruas em Recife-PE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba-PR, v. 18, n. 2, p. 01-16, 2023.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. Crescimento e sobrevivência de espécies nativas plantadas em florestas em diferentes estágios de sucessão após pastagem. **Natural Resources**, v. 11, n. 3, p. 20-32, 2021.

DUARTE, T. E. P. N. et al. Reflexões sobre a 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.

DUBREUIL, V. et al. Os tipos de climas anuais no Brasil: uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins. Franco-brasileira de Geografia**, n. 37, 2018.

FARIAS, J. T. et al. Influência da mata-competição de capim-braquiária no crescimento inicial de espécies florestais em plantio misto. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 16, n. 1, p. 62-71, 2018.

FERREIRA, N. H.; FERREIRA, C. A. B. V.; GOUVEIA, I. C. M. C. Mapa de fragilidade ambiental como auxílio para o planejamento urbano e gestão de recursos hídricos. **Fórum Ambiental Alta Paulista**, v. 12, n. 3, p. 44-58, 2016.

FLORIANO, E. P. **Inventário Florestal**. Rio Largo: O Autor, 141 p., 2021.

GARCIA, A. A. et al. Diagnóstico quali-quantitativo da arborização das principais vias do município de Capenema, Pará. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 56-74, 2020.

GONÇALVES, W. Florestas urbanas. **Revista Ação Ambiental**, n. 9, p. 17-19, 2000.

GREY, W.G.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. JoJm Wiley & Sons, 279 p., 1986.

GUARDIA, I. **Velocidade de onda mecânica na avaliação das raízes de ancoragem de árvores nas cidades**. 2020. 160f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo (USP) - Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz", Piracicaba.

JUSTINO, S. T. P. et al. Composição e georreferenciamento da arborização urbana no distrito de Santa Gertrudes, em Patos-PB. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba-PR, v. 13, n. 3, p. 24-35, 2019.

KORDY, A. E.; SOBH, H.; MOSTAFA, A. The Problem of Applying Sustainability Ideas in Urban Landscape in Developing Countries. **Procedia Environmental Sciences**, v. 34, p. 36-48, 2016.

LIMA NETO, E. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR**. 2011. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIMA, J. A. de. **Avaliação das árvores urbanas implantadas pelo projeto mais verde mais vida no município de Barretos-SP**. 2022. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Barretos.

LIMA, K. G. da. S. **Diagnóstico quali-quantitativo da arborização do parque do Atalaia o município de Escada - PE**. 2021. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

LOCASTRO, J. K. **Arborização viária urbana e suas interferências no espaço público de Centenário do Sul-PR**. 2016. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

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

MARIA, T. R. B. de C. **Inventário quali-quantitativo de arborização viária do município de Itanhaém-SP**. 2017. 106f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

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

MATOS, E.; QUEIROZ, L. P. **Árvores para cidades**. Solisluna editora. Ministério Público do Estado da Bahia-Solisluna, p. 340., 2009.

MELO, L. L. de; MEUNIER, I. M. J. Evolução da arborização de acompanhamento viário em cinco bairros de Recife-PE. **Revista de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 264-281, 2017.

MILANO, M. S. **Arborização urbana no Brasil: mitos e realidades**. Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Salvador, p. 1-11, 1996.

MORES, G. J. et al. Vigor como medida quantitativa da qualidade de árvores urbanas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 47, n. 121, p. 150-156, 2019.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S. R. Importância dos serviços ecossistêmicos nas cidades: revisão das publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017.

MUSSELLI, J. F.; MARTINEZ, N. M.; ROCHA-LIMA, A. B. C. Fitossanidade da floresta urbana linear da Rua Anchieta em Jundiáí-SP, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 4, p. 93-108, 2020.

NASCIMENTO, I. M. F. do. **Análise qualitativa de espécies plantadas no bairro da Encruzilhada, Recife-PE**. 2019. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

NÓBREGA, C. C. et al. Análise de áreas verdes urbanas no município de Patos, Paraíba. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 3, p. 204-212, 2018.

OLIVEIRA, G. A. de. et al. Valoração econômica de serviços ambientais em sistemas agroflorestais biodiversos: Um estudo de caso no assentamento Lagoa Grande, em Dourados-MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

PEREIRA, A. et al. **Arborização urbana: índice de sobrevivência de mudas plantadas em áreas públicas em Porto Alegre**. E96c Expotec: Mostra de trabalhos e projetos dos técnicos de nível superior da Prefeitura de Porto Alegre. Porto Alegre: Associação dos Técnicos de Nível Superior do Município de Porto Alegre, 48 p., 2017.

PINHEIRO, R. T.; MARCELINO, D. G.; DE MOURA, D. R. Conflitos entre a rede elétrica e a arborização das ruas das quadras residenciais de Palmas, Tocantins. **Revista Brasileira de Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 1, n. 7, p. 84-97, 2021.

PIRES, N. A. M. T. et al. Arborização urbana do município de Goiandira/GO - Caracterização quali-quantitativa e propostas de manejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v.5, n.3, p. 185-205, 2010.

RECIFE, 2022. **Lei Municipal Nº 18.938**, de 17 de junho de 2022. Dispõe sobre o plantio, podas, supressões e respectivas compensações no âmbito do município do Recife, visando a proteção de espécies arbóreas, isenta a taxa ambiental das podas de árvores e dá outras providências. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/lei-18938-2022-recife_432834.html>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

RECIFE, 2017. **Manual de arborização urbana: orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife**. Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente-SDSMA. 2. Ed., Recife, 55 p., 2017.

RECIFE. **Site da Prefeitura da Cidade Recife**. s.d. Disponível em:<<https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/caracterizacao-do-territorio>>. Acesso em: 20 de junho de 2023.

REIS, A. R. N. et al. Estoques de carbono e dióxido de carbono equivalente em árvores de rua de cidades brasileiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba-PR, v. 14, n. 4, p. 26-35, 2019.

RIBEIRO, J. G. **Proporções de biossólido na composição de substratos para produção de mudas para a arborização urbana**. 2017. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

ROTERMUND, R. M.; MOTTA, V. P.; ALMEIDA, V. de S. Estudo sobre a perda de mudas arbóreas plantadas no sistema viário da cidade de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v. 7, n. 3, p. 01-10, 2012.

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

SANTOS, C. Z. A. et al. Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 751-763, 2015.

SANTOS, F. D. et al. Situação da arborização urbana no município de Frederico Westphalen, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 53-62, 2019.

SILVA, J. V. L. da; SILVEIRA, R. L. L. da. Urbanização, planejamento e arborização: uma análise da cidade de Santa Cruz do Sul/RS. **Revista do Desenvolvimento Regional**, Taquara, v. 17, n. 1, p. 161-180, 2020.

SILVA, T. G.; LEITE, E. C.; TONELLO, K. C. Inventário da arborização urbana no município de Araçoiaba da Serra, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v. 9, n. 4, p. 151-169, 2014.

VELASCO, G. N. **Arborização viária x sistemas de distribuição de energia elétrica: avaliação dos custos, estudo das podas e levantamento de problemas fitotécnicos**. 2003. 94f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

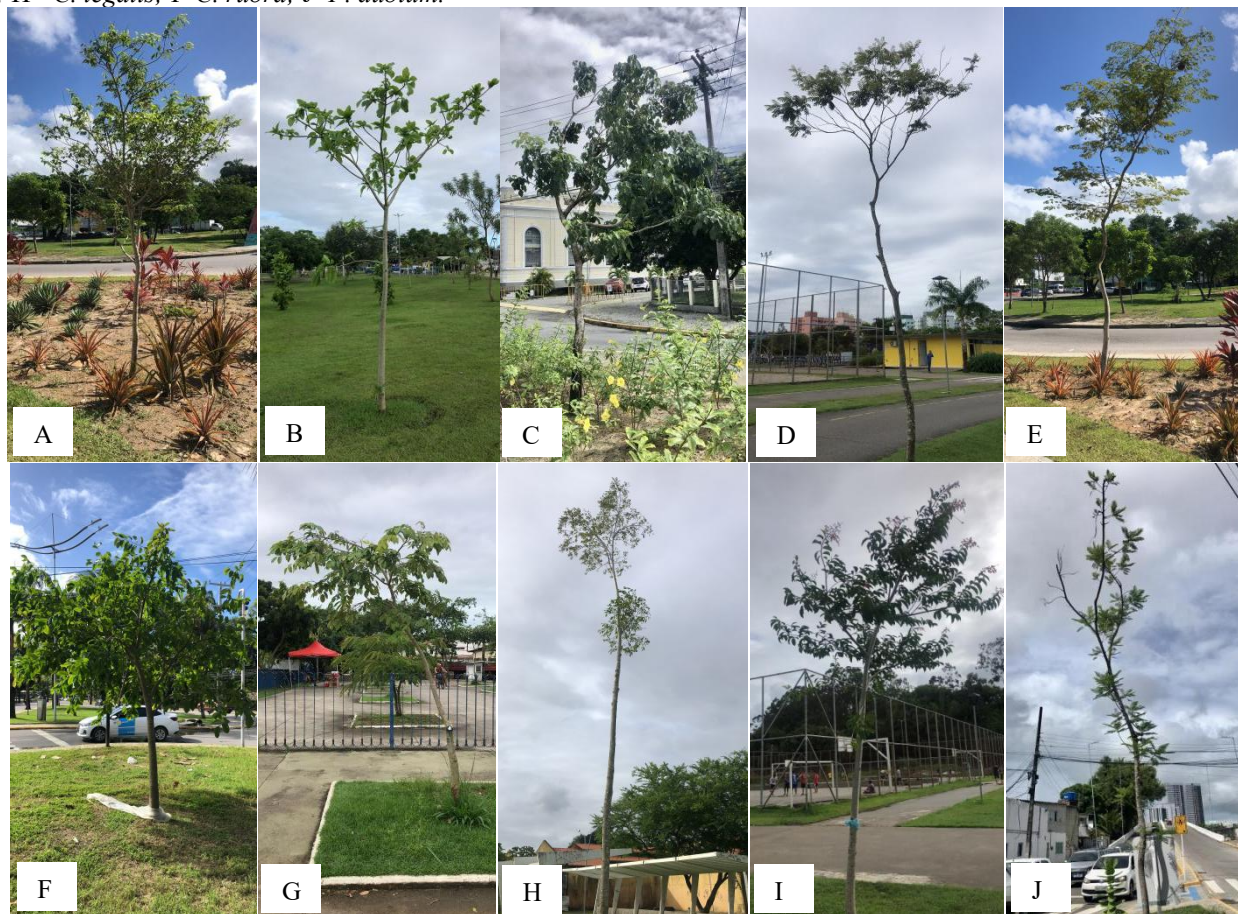
WOHLLEBEN, P. **A vida Secreta das Árvores**. Rio de Janeiro: O autor, 224 p., 2017.

ZAMPRONI, M. C. et al. Avaliação quali-quantitativa da arborização viária de Bonito, Mato Grosso do Sul. **Floresta**, v. 48, n. 2, p. 235-344, 2018.

ZARDIN, M. C. et al. Avaliação quali-quantitativa da arborização viária do município de Augusto Pestana - RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba-PR, v. 13, n. 3, p. 36-48, 2018.

APÊNDICE A - ESPÉCIES MAIS ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES DA REGIÃO.

Espécies com maior adaptação às condições naturais da cidade do Recife-PE: A- *P. parviflora*; B- *F. enormis*; C- *H. roseoalbus*; D- *C. pluviolum*; E- *L. ferrea*; F- *C. ianeirensis*; G- *P. violaceus*; H- *C. legalis*; I- *C. rubra*; J- *P. dubium*.



Fonte: Autora (2023).