



Espécies Utilizadas na Arborização Urbana de um Município Maranhense, Nordeste do Brasil: Evidências da Homogeneização Biótica

Idaiany da Silva Costa¹; José Ribamar de Sousa Júnior¹; Julio Marcelino Monteiro¹

¹Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Amílcar Ferreira Sobral (CAFS), Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação (PPGBC), Laboratório de Etnobiologia e Conservação (LECON), Floriano, Piauí, Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3093-3066> e-mail: idaianybioufpi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8952-6441> e-mail: sousajr@ufpi.edu.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7753-6258> e-mail: juliomonteiro@ufpi.edu.br

Artigo recebido em 17/10/2024 e aceito em 04/04/2025

RESUMO

A arborização urbana é toda a cobertura vegetal arbórea que uma cidade possui e pode favorecer o aumento da biodiversidade, melhorar o clima e gerar recursos para a fauna local. Sendo assim, este trabalho objetivou levantar a diversidade e composição de espécies que compõem a arborização urbana e verificar se há substituição de espécies nativas por espécies exóticas, caracterizando o processo de homogeneização biótica na comunidade de São Francisco do Maranhão. Foram coletados os seguintes dados quantitativos e qualitativos sobre os vegetais: altura total, altura da primeira bifurcação, circunferência a altura do peito (CAP), fitossanidade, condição do sistema radicular, área de crescimento ou área livre e a intensidade de poda. Foram analisadas 317 árvores entre 16 famílias e 32 espécies. Os indivíduos mais abundantes foram *Azadirachta indica* (52%) e *Terminalia catappa* (8%). Quando comparados os indivíduos exóticos e nativos, identificou-se diferenças significativas. Com relação às alturas dos indivíduos, 32% encontravam-se entre 2,6 a 3,5 metros e no parâmetro circunferência à altura do peito, 17% dos indivíduos encontravam-se entre 91-110 centímetros. Quanto à fitossanidade das árvores, 85% destas estavam em boas condições físicas e 52% das raízes observadas não causavam nenhum tipo de problema às calçadas. Foi possível constatar a importância das espécies exóticas localmente, principalmente *A. indica*. Esses resultados indicam clara diferença quanto a origem biogeográfica das espécies e evidencia que a hipótese da homogeneização foi corroborada. O ideal é que o município, por intermédio da secretaria do meio ambiente, promova trabalhos para incentivar os moradores a optarem por plantas nativas, evidenciando seus benefícios para a biodiversidade.

Palavras-chave: Composição florística; Conservação; Semiárido.

Species Used in Urban Afforestation in a Municipality of Maranhão, Northeast Brazil: Evidence of Biotic Homogenization

ABSTRACT

Urban afforestation is all the tree-type vegetation cover that a city has, it favors an increase in biodiversity, improves the climate and generates resources for fauna. This work aimed to survey the diversity and composition of species that make up urban afforestation and verify whether there is replacement of native species by exotic species, characterizing the process of biotic homogenization in the community of São Francisco do Maranhão. The following quantitative and qualitative data on the vegetables were collected: total height, height of the first fork, circumference at breast height, plant health, condition of the root system, growth area or free area and pruning intensity. 317 trees were analyzed across 16 families and 32 species. The most abundant individuals were *Azadirachta indica* (52%) and *Terminalia catappa* (8%). When comparing exotic and native individuals, significant differences were identified. Regarding the height of the individuals, 32% were between 2.6 and 3.5 meters and in the parameter circumference at chest height, 17% of the individuals were between 91-110 centimeters. Regarding the phytosanitary health of the trees, 85% of them were in good physical condition and 52% of the roots observed did not cause any type of problem to the sidewalks. It was possible to verify the importance of locally exotic species, mainly *A. indica*. These results indicate a clear difference in the biogeographical origin of the species and show that the homogenization hypothesis was corroborated. Ideally, the municipality, through the environment department, promotes work to encourage residents to choose native plants, highlighting their benefits for biodiversity.

Keywords: Floristic composition; Conservation; Semi-arid.

Introdução

À medida que as cidades crescem em expansão populacional e urbanização, acabam avançando além dos seus limites de maneira desenfreada, isto é, estão ampliando-se cada vez mais, fazendo com que as áreas verdes aos seus arredores, diminuam. Assim, é importante a execução de um manejo adequado da vegetação urbana, procurando formular planos de arborização fazendo uso dos inventários, visando os benefícios ambientais e de bem-estar que estão ligados ao ambiente urbano (Mazioli, 2012; Lima & Oliveira Filho, 2020).

O termo ‘arborização urbana’ refere-se à toda cobertura vegetal do tipo arbóreo que uma cidade possui, compreendendo as áreas livres de uso público e áreas particulares (Silva, 2008). Contribui para o aumento da biodiversidade, especialmente quando é notável a presença de plantas nativas; abrigo para a fauna; corredores ecológicos; melhoria da qualidade do clima, já que quanto maior a quantidade de indivíduos arbóreos presentes, mais apreciável será o ambiente; proteção dos seres vivos das radiações solares e também dos prejuízos causados pelas fortes chuvas (Duarte et al., 2017; Santos et al., 2019).

É notável que a intervenção humana, através da arborização no meio urbano, influencia diretamente nas condições microclimáticas. Isso ocorre devido ao sombreamento proporcionado pelas copas das árvores e pelo processo de transpiração das folhas, que resfria o ar ao redor. Consequentemente, isso influencia diretamente na qualidade de vida da população (Hamada & Mendes, 2023; Fernandes et al., 2024). Além desses benefícios ecológicos, a vegetação urbana também disponibiliza recursos para a fauna de invertebrados e vertebrados polinizadores, pilhadores, consumidores de peças florais, durante sua floração; além de frutos e sementes para frugívoros e/ou dispersores, durante sua frutificação (Figueiredo et al., 2024).

Nesta perspectiva, o conhecimento da composição, estrutura física e fitossociológica da vegetação urbana são de grande relevância, pois, não fornece apenas a função estética, mas também pode apresentar outras funções sociais e ecológicas (Nowak & Dwyer, 2007; Alvey, 2006). Isso fica mais evidente quando o processo de arborização utiliza espécies nativas, que podem possibilitar a geração de recursos para a fauna, como frutas, flores, néctar e seiva, contribuindo para a manutenção da biodiversidade local (Burivalova et al., 2015; Santos et al., 2021).

É importante atentar-se para alguns detalhes importantes quando se trata do uso de vegetação no meio urbano, pois o processo de arborização das vias públicas quando colocada em prática de forma incorreta, causa prejuízos, como a queda de árvores, entupimento de bueiros, dificuldade de circulação dos transeuntes, quebra de calçadas e contato direto com a rede elétrica (Blum et al., 2008). Nesta perspectiva, Mazioli (2012) destaca que o inventário quantitativo e qualitativo da arborização urbana é uma ferramenta necessária para que se conheça a diversidade e a situação dos indivíduos arbóreos de um determinado local, constituem-se na observação em campo de vários parâmetros, como altura da árvore, fitossanidade, necessidades de poda, área livre disponível para plantio e condição do sistema radicular.

Além desses fatores, a escolha correta dos vegetais é necessária e urgente, pois a quantidade desordenada de plantas exóticas invasoras inseridas no meio ambiente é um risco à biodiversidade local, pois algumas delas são excelentes competidoras na disputa por recursos, tem crescimento rápido e grande capacidade de dispersão, sobressaindo-se ante as nativas (Blum et al., 2008; Fabricante, 2014). Outro ponto importante sobre o uso dessas espécies é que elas facilitam o processo de invasão biológica (Santos et al., 2021). Um grande desafio para a conservação da biodiversidade nativa, segundo McKinney (2006), é a crescente urbanização, pois promove o processo de homogeneização biótica, que consiste na substituição de espécies nativas por exóticas, trazendo sérios prejuízos para a biodiversidade local. As comunidades bióticas urbanas são altamente influenciadas por impactos antropogênicos. Áreas naturais e florestas são substituídas principalmente por superfícies predominantemente construídas, mudando o ambiente das cidades, o que impacta significativamente o ambiente físico, os processos ecossistêmicos e a ecologia dos organismos que vivem nas cidades (Grimm et al., 2008; McDonnell & MacGregor-Fors, 2016; Ruas et al., 2022).

O ‘nim indiano’ ou simplesmente ‘nim’ (*Azadirachta indica* A. Juss.) é uma espécie exótica, introduzida na década de 90, muito utilizada na arborização urbana e causa prejuízos à agricultura, pecuária e aos ecossistemas naturais. Estudos apontam que *A. indica* libera potentes aleloquímicos no ambiente e compete com espécies nativas afetando a capacidade de resiliência local, além de diminuir a sobrevivência de seus polinizadores (Ziller & Zalba, 2007; Alves, 2010; Fabricante,

2014). Essa planta apresenta folhagem sempre verde e sistema radicular profundo, sendo bem resistente a locais secos, como o semiárido (Mossini & Kemmelmeier, 2005; Fabricante, 2014).

Dessa forma, espera-se encontrar um alto número de espécies exóticas no local da pesquisa, em decorrência da grande quantidade de estudos abordarem estes resultados, ou seja, a proporção de espécies exóticas é sempre maior na arborização urbana (Siqueira & Mendonça, 2015; Sartori et al., 2018). Dessa forma, objetivou-se responder: a) existem diferenças quanto a origem biogeográfica da vegetação encontrada? b) há relação da urbanização com o processo de homogeneização biótica (substituição de espécies nativas por exóticas)?

Material e métodos

Área de estudo

A pesquisa foi realizada em São Francisco do Maranhão (Latitude: 6° 15' 9" Sul, Longitude: 42° 51' 37" Oeste), um município brasileiro do estado do Maranhão localizado a 594 km de distância da capital do estado, São Luís (IBGE, 2022). Sua área territorial é de 2.284,217 km² e sua população é de 12.046 habitantes (IBGE, 2022). Possui limites territoriais com os municípios de Barão de Grajaú - MA, Lagoa do Mato - MA, Parnarama - MA, Amarante - PI e Palmeirais - PI (Figura 1).

A cidade possui 82% de domicílios com arborização urbana, porém, somente 0,6% destes possuem urbanização adequada (IBGE, 2022). Por ser um município pequeno, São Francisco possui apenas quatro bairros principais, o Centro é o maior deles e o mais antigo, nele estão distribuídos vários estabelecimentos privados e públicos de comércio e serviços, além de espaços de entretenimento e lazer. Dentre os bairros periféricos da cidade, destacam-se, Barra do Saco, localizado na entrada principal de acesso à cidade; Alto Sereno onde estão localizados o Fórum do município e espaços para prática de lazer; e Morrinhos, o menor bairro do município, a porta de entrada para alguns pontos turísticos da região.

Quanto aos aspectos fisiográficos, a vegetação da cidade está situada em uma zona de transição, com fitofisionomias de Caatinga (vegetação caducifolia e xerófila) e Cerrado (Cerradão/formações florestais), sendo este último predominante no local. O clima da região é o tropical (AW') subúmido seco com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 121 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro (Correia Filho, 2011). Os solos da região estão representados por Latossolos Amarelos, Podzólicos Vermelho-Amarelos, Solos Litólicos, Vertissolos e Solos Aluviais (Embrapa, 2006). O estudo foi cadastrado no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO (84394).

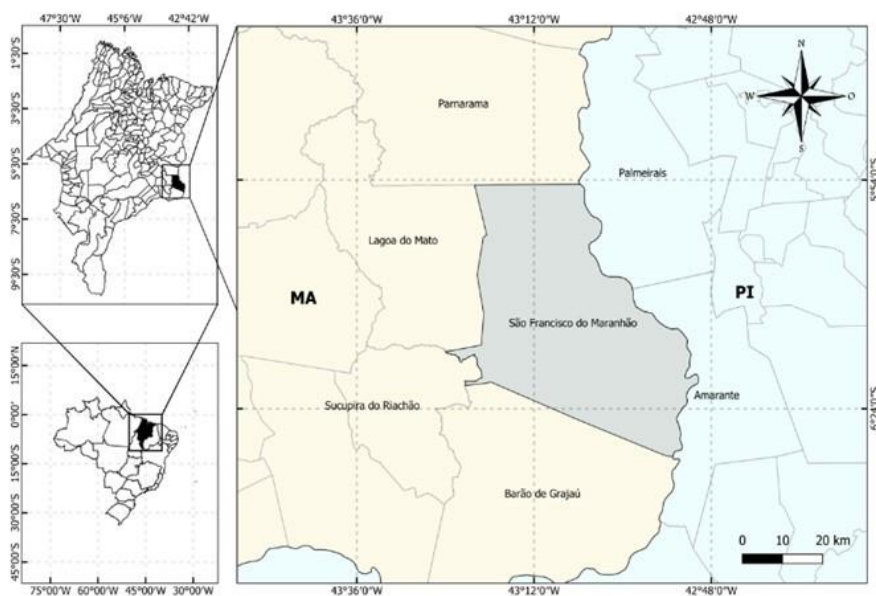


Figura 1. Localização da cidade de São Francisco do Maranhão, Maranhão, Nordeste do Brasil. Fonte: Autores (2023).

Coleta de dados

O método utilizado foi de caráter quali-quantitativo levando em conta as árvores localizadas nas calçadas das residências ou estabelecimentos comerciais da cidade. Seguindo a metodologia de Sartori et al. (2018), a pesquisa se delimitou ao componente arbóreo, excluindo outras formas de vida de menor perenidade natural. Assim, todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual a 5 cm, a uma altura de 1,3 m acima do solo, foram incluídos na pesquisa.

Os indivíduos arbóreos que se encontravam nas calçadas foram examinados e coletados, para posterior identificação botânica, com o auxílio de botânicos, bibliografia recomendada, manuais e fotos do material em campo, seguindo a metodologia de Peixoto e Maia (2013). A nomenclatura correta das espécies vegetais, abreviatura do nome dos autores e origem biogeográfica (Nativa e Exótica) foram consultadas no site Flora e Funga do Brasil (2022). Depois de estudado e identificado no laboratório de Botânica do Campus Amílcar Ferreira Sobral, UFPI, o material coletado foi depositado no Herbário Graziela Barroso, da Universidade Federal do Piauí, para ser registrado e conservado.

Foram coletados os seguintes dados quantitativos e qualitativos sobre os vegetais: **a) altura total:** estimativa da altura da árvore em metros; **b) altura da primeira bifurcação:** refere-se à altura do solo até o ponto de inserção do primeiro galho no tronco. Os valores foram obtidos utilizando-se uma trena de fibra de vidro e foram agrupadas em duas classes ($< 2,0$ m e $\geq 2,0$ m); **c) circunferência a altura do peito (CAP):** refere-se à circunferência do tronco em centímetros, medido a 1,30 m de altura do solo. Os valores foram obtidos com o auxílio de uma trena de fibra de vidro; **d) fitossanidade:** trata da sanidade da árvore, a qual foi avaliada visualmente pelo seu aspecto físico. Foram abordadas três situações: *boa*, quando o indivíduo se apresentava vigoroso; *regular*, quando apresentou condições de vigor médias para determinado local, podendo apresentar pequenos problemas de pragas, doenças ou danos físicos e; *ruim*, quando a árvore apresentou estado geral de declínio ou com forte ataque de pragas ou danos físicos; **e) condição do sistema radicular:** diz respeito às condições externas do sistema radicular. Foram observadas quatro situações: *não apresenta problemas*, quando o sistema radicular não provocou danos a edificações ou pisos próximos; *aponta*, quando superficial, mas não apresentou rachadura na calçada; *quebra*, quando

provocou algumas rachaduras e; *destrói*, quando causar danos significativos, destruindo o passeio; **f) Área de crescimento ou área livre:** refere-se à área livre no local de plantio junto ao solo disponível para o engrossamento do tronco da árvore e infiltração de água. Foram abordadas quatro situações: *boa*, quando for suficiente para o crescimento normal do espécime, sem ocupação total da área pelo tronco e sem danificar o passeio; *regular*, quando a área é suficiente apenas para o desenvolvimento completo do tronco, podendo ainda causar pequenos danos ao passeio; *ruim*, quando insuficiente para o desenvolvimento completo do tronco, causando, ou com possibilidades de causar danos significativos ao passeio e *ausente*, quando não houver espaço para o engrossamento ou desenvolvimento do tronco, estando o cimento junto à base do mesmo; **g) intensidade de poda:** refere-se à intensidade da poda aplicada sobre determinado elemento arbóreo. Foram adotadas as seguintes situações: *leve*, quando foram podados apenas galhos finos sem alterar a estrutura típica da espécie; *pesado*, quando foram podados galhos da copa da árvore, retirando até 50% das ramificações, e *drástica*, se a poda retirou galhos da copa do indivíduo arbóreo, com mais de 50% das ramificações.

Análise de dados

A origem biogeográfica das espécies foi identificada de acordo com sites e literatura especializada. Neste estudo, segundo Richardson et al. (2000) foram consideradas como exóticas as espécies que não ocorrem naturalmente em território brasileiro; nativas, as espécies que ocorrem naturalmente em um dado local, devendo sua presença na área à sua própria capacidade dispersiva. Para avaliar a distinção quanto a origem biogeográfica das plantas (nativa e exótica), as variáveis abundância e origem foram relacionados por meio do teste Qui-quadrado de homogeneidade, buscando compreender se existem diferenças significativas entre a origem das espécies e se há evidências acerca da hipótese da homogeneização biótica. A análise foi realizada no software RStudio, versão 3.6.1 (R Core Team, 2019). Para avaliar a condição da arborização urbana, os parâmetros como altura total, altura da 1ª bifurcação, circunferência à altura do peito, fitossanidade, condição do sistema radicular, área livre e intensidade da poda, foram incluídos em tabelas para a construção de gráficos no software Excel.

Resultados e Discussão

Diversidade da Arborização Urbana de São Francisco do Maranhão

Foram analisados 317 indivíduos arbóreos encontrados em calçadas residenciais e de estabelecimentos comerciais do município de São Francisco do Maranhão. Foram contabilizadas 16 famílias botânicas e 32 espécies (Tabela 1). As espécies identificadas pertencem as famílias Meliaceae, Combretaceae, Apocynaceae,

Anacardiaceae, Rutaceae, Fabaceae, Malvaceae, Bignoniaceae, Moraceae, Myrtaceae, Annonaceae, Rubiaceae, Lythraceae, Malpighiaceae, Cycadaceae e Boraginaceae. A arborização urbana do município em estudo é formada, em especial, pelas espécies *Azadirachta indica* A. Juss (165 ind.) com um percentual de 52 % do total e *Terminalia catappa* L. (27 ind.) com 8,51% (Figura 2). As demais espécies encontradas obtiveram um percentual menor que 5% da amostra, cada uma, como representado na Tabela 1.



Figura 2. Principais espécies encontradas na arborização urbana de São Francisco do Maranhão, Nordeste do Brasil. A: (Amêndoa) *Terminalia catappa* L. B: (Nim) *Azadirachta indica* A.Juss.

Tabela 1. Espécies encontradas na Arborização Urbana do município de São Francisco do Maranhão, Nordeste do Brasil. Símbolos utilizados: E: exótica; N: nativa

Família/Espécie	Nome popular	Origem	Voucher	Número de indivíduos	FR %
MELIACEAE					
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	Nim-indiano	E	TEPB 32832	165	52%
COMBRETACEAE					
<i>Terminalia catappa</i> L.	Amêndoa	E	TEPB 32633	27	8,51%
BIGNONIACEAE					
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ypê-de-jardim	E	TEPB 32634	9	2,84%
ANACARDIACEAE					
<i>Mangifera indica</i> L.	Manga	E	TEPB 32833	10	3,15%
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Caju	N	TEPB 32834	7	2,20%
MORACEAE					
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficos	E	TEPB 32835	4	1,26%
<i>Morus nigra</i> L.	Amora	E	TEPB 32644	4	1,26%
ANONACEAE					
<i>Annona squamosa</i> L.	Ata	E	TEPB 32836	7	2,20%
APOCYNACEAE					
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.	Didalo-de-ouro	N	TEPB 32632	9	2,84%
<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	E	TEPB 32638	2	0,63%
<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	Jasmim-do-caribe	E	TEPB 32639	9	2,84%
<i>Tabernaemontana laeta</i> Mart.	Jasmim-café	N	TEPB 32636	3	0,95%
<i>Tabernaemontana divaricata</i> (L.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Rosa-paruara	N	TEPB 32637	1	0,32%
MALVACEAE					
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Hibisco	E	TEPB 32643	2	0,63%
<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell	Algodoeiro-da-praia	E	TEPB 32837	2	0,63%
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Mamorana	N	TEPB 32838	5	1,58%
RUBIACEAE					
<i>Ixora coccinea</i> L.	Ixora	E	TEPB 32642	3	0,95%
<i>Morinda citrifolia</i> L.	None	E	TEPB 32839	2	0,63%
MALPIGHIACEAE					
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	E	TEPB 32631	4	1,26%
LYTHRACEAE					
<i>Punica granatum</i> L.	Romã	E	TEPB 32641	1	0,32%

<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá	E	TEPB 32840	3	0,95%
FABACEAE					
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tomarina	E	TEPB 32841	4	1,26%
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Falso-pau-brasil	E	TEPB 32646	3	0,95%
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Flamboiã-mirim	E	TEPB 32645	1	0,32%
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Pau-ferro	N	TEPB 32842	1	0,32%
<i>Cassia fistula</i> L.	Canafistula	E	TEPB 32640	2	0,63%
MYRTACEAE					
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiaba	E	TEPB 32844	4	1,26%
<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	Jamelão	E	TEPB 32843	4	1,26%
RUTACEAE					
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jacq.	Jasmim-laranja	E	TEPB 32635	12	3,79%
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Laranja	E		4	1,26%
CORDIACEAE					
<i>Varronia dichotoma</i> Ruiz & Pav.	Cordia	E		1	0,32%
CYCADACEAE					
<i>Cycas thouarsii</i> Gaudich	Palmeira-sagu	E		2	0,63%
Total				317	100%

Quando comparados os indivíduos exóticos e nativos, identificou-se diferenças significativas ($X\text{-squared} = 12.5$, $df = 1$, $p\text{-value} = 0.000407$), indicando a superioridade de indivíduos exóticos na arborização e assim, evidência para o processo da homogeneização biótica. Há anos muitos pesquisadores vêm estudando a influência e os impactos da atividade humana no meio ambiente. Espécies que uma vez eram limitadas a certa região, com a interferência humana podem cruzar até mesmo um oceano e se estabelecerem em ambientes totalmente novos. Estes indivíduos introduzidos, que muitas vezes vêm a se tornar invasores, podem causar grandes impactos em um ambiente (Vitule & Pozenato, 2012). Um caso ilustrativo é o da gramínea africana *Melinis minutiflora* P. Beauv., conhecida também como como capim-gordura. Essa monocotiledônea foi introduzida há décadas para servir de pasto, mas se tornou um problema ao cerrado. Esse capim desenvolve-se rapidamente em solos pobres em nutrientes e ricos em alumínio, como o cerrado brasileiro. Rossi et al. (2014) encontraram, num estudo direcionado ao cerrado mineiro, que *M. minutiflora* aumenta consideravelmente a quantidade de biomassa, tornando-se a principal planta combustível nos incêndios locais e sugerem

a supressão do estrato herbáceo nativo (tanto monocotiledôneas como eudicotiledôneas), pois são diminuídas pela presença de *M. minutiflora*, tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies. Esses autores ainda argumentaram que os incêndios são mais severos em áreas invadidas pela gramínea.

A homogeneização biótica procura descrever, conjuntamente, como a perda de biodiversidade e a invasão biológica se combinam para aumentar a similaridade biótica entre as comunidades ao longo do tempo e do espaço (McKinney & Lockwood, 1999; Olden & Poff, 2003; Simberloff, 2009). Alguns autores defendem que a urbanização, modificação de hábitat e introdução de espécies exóticas, são algumas das principais causas da homogeneização biótica (Olden & Poff, 2003; McKinney, 2006, 2002; Schwartz et al., 2006; Pauchard et al., 2006; Vitule & Prodócimo, 2012; Vitule & Pozenato, 2012). Nesta pesquisa, foi encontrado um número de indivíduos exóticos expressamente maior em relação aos nativos. Segundo Vitule e Prodócimo (2012) os mecanismos pelos quais ocorre a homogeneização são diversos e o resultado de uma invasão depende muito da área analisada e das espécies introduzidas naquele local. Se a mesma espécie for introduzida em vários locais, a

tendência é que haja um processo de homogeneização.

Outro fator de influência é a escala espacial utilizada na análise, como sugerem Olden e Poff (2003). Aumentando-se a escala espacial, aumenta-se também a tendência de observação de homogeneização. Em escalas menores, diferenciação é o resultado mais comum, pois espécies raras e exóticas distintas são mais facilmente registradas. Assim, o processo de homogeneização é claramente dependente da escala usada e leva a crer que as mudanças na similaridade da composição das biotas sejam influenciadas pelas características do táxon em

questão. Muitos dos estudos já realizados sobre homogeneização comprovam que a escala espacial é de suma importância, porém muito pouco foi discutido e estudado com relação à escala temporal (Clavero & Gracia-Berthou, 2006). Há consenso de que é possível compreender melhor os mecanismos que norteiam esse processo constante de mudança na biodiversidade com número maior de estudos, com metodologia adequada e direcionada para a verificação desses fenômenos. Como observado na análise das espécies em relação à origem biogeográfica (Tabela 1), foi avaliada a existência de 26 (81,2%) espécies de origem exótica e 6 (18,8%) nativas, conforme ilustrado na Figura 3.

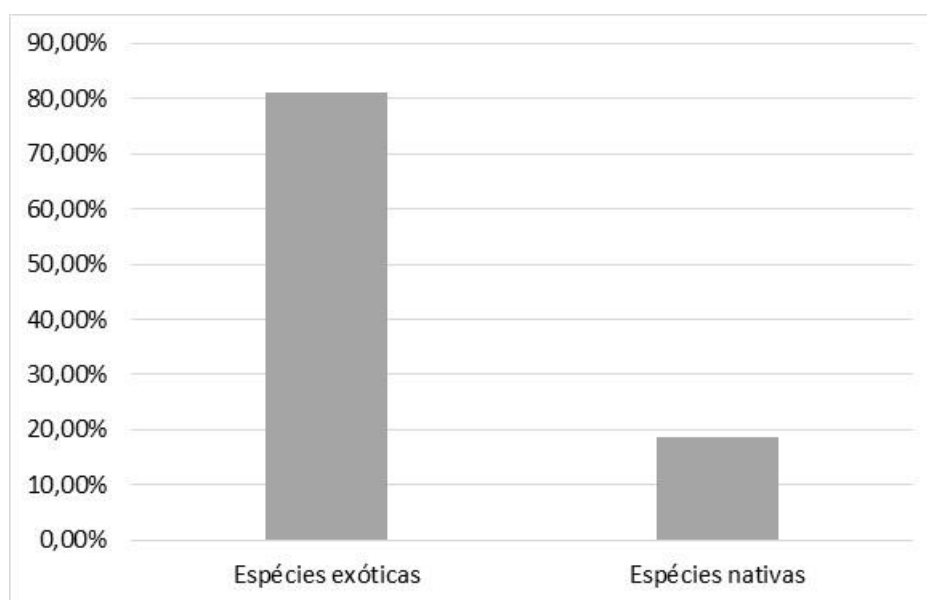


Figura 3. Distribuição das espécies arbóreas observadas nas calçadas das residências e estabelecimentos comerciais do município de São Francisco do Maranhão, levando em consideração a sua origem biogeográfica.

Quando a comparação das médias do número de indivíduos entre espécies exóticas e nativas pode-se observar uma espécie em destaque, frequentemente chamada de outliers, um termo usado em estatística para se referir a um dado que se diferencia drasticamente de todos os outros, esta espécie é o *A. indica* (nim indiano), pela quantidade de indivíduos encontrados na arborização, 165 ao todo, valor bem acima dos demais indivíduos amostrados. Na cidade de São Francisco do Maranhão foi verificada a presença de 317 indivíduos arbóreos, pertencentes a 32 espécies, destas, mais da metade são consideradas exóticas (Tabela 1). Estes indivíduos costumam ser apreciados por moradores de diversas regiões brasileiras (Calixto Júnior et al., 2009; Rufino et al., 2019) e foram vistos em quase todo o município de São Francisco do Maranhão, tanto para

Costa, I. S., Júnior, J. R. S., Monteiro, J. M.

embelezar, como também para proporcionar sombra à população. Resultados semelhantes foram descritos por alguns autores como Paiva (2009), Locastro et al. (2014), Zea et al. (2015), Veloso (2016) e Freire et al. (2012), onde estes constataram que em algumas cidades de diferentes estados brasileiros, mais de 50% dos indivíduos encontrados na arborização são de origem exótica. Coletto (2008) em suas observações no município de Sete de Setembro, RS, afirmou que das 60 espécies vistas, 35 são de origem exótica, ele ainda complementou que por mais que o município seja novo em idade, não se tem um acompanhamento técnico devido para a escolha das árvores a serem implantadas pela população. Oliveira et al. (2017) realizaram em território maranhense, no município de Aldeias Altas, um inventário das árvores em área urbana e constataram também que mais da metade da população arbórea é exótica, cerca de 80%. Eles

ainda mencionaram que, assim como este estudo realizado no município de São Francisco do Maranhão, no município Aldeias Altas há uma presença considerável do nim indiano. Santos e Fabricante (2020) analisaram a ocorrência, através de georreferenciamento, de *A. indica* no nordeste brasileiro e demonstraram que essa árvore apresenta alta susceptibilidade de invasão biológica. Esses autores recomendaram inclusive a substituição por nativas para a arborização urbana. Mesmo diante dessas considerações, *A. indica* é bastante encontrada na região Nordeste, como apontado por Lucena et al. (2015), cuja pesquisa feita em Patos, PB, os moradores optam pelo plantio desta espécie devido ao porte da árvore e a sombra proporcionada. Sousa et al. (2013), em Sobral, CE, mostraram que é perceptível a escolha da espécie para compor a vegetação urbana da cidade e complementam que não há um plano de manejo que envolva a escolha adequada de espécies para a arborização do município. Contudo, Gomes e Vieira (2023) argumentaram que essa espécie invasora pode apresentar potencialidades

madeireiras (uso como lenha) e assim diminuir a pressão de retirada do recurso na mata nativa. Esses autores concluíram que *A. indica* pode ser usada como fitocombustível, mas a madeira deve ser submetida a secagem ao sol por apresentar teor de umidade alto. Considerando que a introdução de espécies exóticas é uma das principais causas de perda de biodiversidade em comunidades naturais (Kalusová et al., 2017; Leclerc et al., 2020), pois podem se tornar invasoras e afetar o estabelecimento de espécies nativas (Wardle & Peltzer 2017; Giejsztowt et al., 2020), o manejo e uso adequados dessas espécies devem ser debatidos entre a sociedade, gestores e comunidade científica.

Para analisar a abundância das espécies encontradas na arborização urbana, foi realizado um ranque das abundâncias relativas das espécies exóticas e nativas, para verificar quem estava influenciando na riqueza da vegetação, se são as espécies dominantes ou as espécies raras (Figura 4).

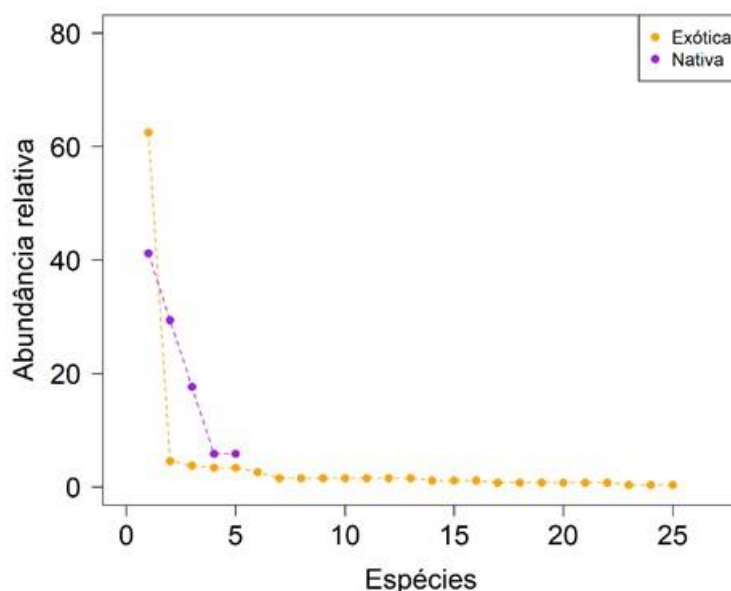


Figura 4. Comparação dos ranques das abundâncias relativas das espécies *exóticas* e *nativas*, localizadas nas calçadas das residências e estabelecimentos comerciais de São Francisco do Maranhão.

A curva de ranque de abundância relativa das espécies exóticas evidenciou poucas espécies dominantes (*A. indica*) e um maior número de espécies representada por poucos indivíduos. Os resultados mostram que a riqueza de espécies exóticas é influenciada pela equabilidade das abundâncias das espécies raras. Já a curva de abundância relativa das espécies nativas evidenciou mais espécies dominantes e menos

espécies com poucos indivíduos. Isso evidencia que a riqueza é influenciada pelas espécies dominantes.

Diagnóstico da Arborização Urbana de São Francisco do Maranhão

A frequência das árvores em relação à sua altura foi dada por meio da concepção de classes, contudo foram criadas sete classes, a saber: **classe 1** (1,5 –

2,5), **classe 2** (2,6 – 3,5), **classe 3** (3,6 – 4,5), **classe 4** (4,6 – 5,5), **classe 5** (5,6 – 6,5), **classe 6** (6,6 – 7,5) e **classe 7** (7,6 – 8,5), conforme ilustrado na Figura 5, abaixo.

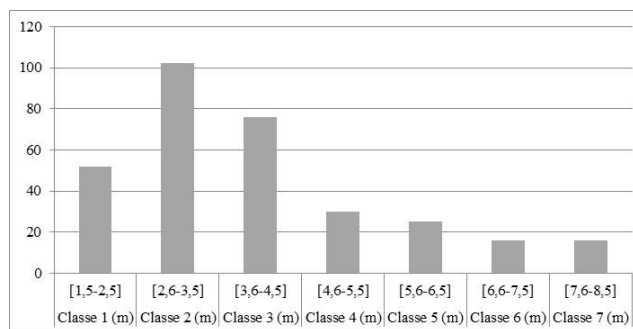


Figura 5. Classes de alturas dos indivíduos arbóreos de São Francisco do Maranhão.

Na classe 1 verificou-se o registro de 52 indivíduos arbóreos pertencentes às espécies *I. coccinea*, *L. indica*, *M. emarginata*, *M. indica*, *M. nigra*, *M. paniculata*, *T. divaricata*, *T. laeta*, *T. indica*, *T. stans*, *N. oleander*, *P. pudica*, *A. indica*, *C. sinensis*, *P. granatum*, *C. pulcherrima*, *T. peruviana*, *P. guajava*, *A. squamosa* e *A. occidentale*, correspondendo a 16,4% do total. Na classe 2 registrou-se a maior parte de indivíduos, totalizando 102 árvores, pertencentes a 20 espécies, a saber, *A. indica*, *T. stans*, *M. indica*, *A. squamosa*, *T. peruviana*, *H. rosa-sinensis*, *P. aquatica*, *T. tiliaceum*, *P. pudica*, *M. paniculata*, *M. nigra*, *I. coccinea*, *C. thourarsii*, *T. catappa*, *A. occidentale*, *T. laeta*, *F. benjamina*, *P. guajava*, *M. emarginata* e *V. dichotoma*, o equivalente a 32,18% dos indivíduos. Já a classe 3 obteve 23,9% dos indivíduos, 76 árvores foram contabilizadas com altura total que variaram de 3,6 a 4,5 metros. É importante destacar que a espécie mais abundante nesta classe foi *A. indica*, com 53 árvores amostradas. As classes 4 e 5, obtiveram 9,5% e 7,9% dos indivíduos amostrados, respectivamente, as espécies que se destacaram nesses intervalos de alturas, foram a *A. indica* e *T. catappa*. As classes 6 e 7 obtiveram a mesma quantidade de árvores, ambas com 16 (5,05%) indivíduos cada. E mais uma vez, os espécimes que apareceram com mais frequência foram *A. indica* e *T. catappa*, ambas espécies exóticas e amplamente utilizadas pela população de São Francisco do Maranhão, para diversos fins de uso, como sombra, alimentação, medicinal e inseticida.

Em relação à altura das árvores, constatou-se que um número elevado de indivíduos arbóreos estão entre 2,6 a 3,5 metros de altura, observou-se um resultado aproximado em um estudo feito por Calixto Júnior et al. (2009) onde é possível Costa, I. S., Júnior, J. R. S., Monteiro, J. M.

perceber que há uma parcela maior de árvores menores que 5 metros. Silva (2008) em outro trabalho notou também que há uma forte prevalência de árvores de pequeno e médio porte. Para Dantas e Souza (2004), árvores de pequeno porte são ótimas opções para compor o quadro arbóreo próximo a fiações elétricas, como foi o caso das árvores observadas na cidade de São Francisco do Maranhão. Ribeiro (2009) cita que, dentre outros aspectos, os principais problemas de arborização urbana são causados pelo confronto de árvores com equipamentos urbanos, como fiações elétricas, encanamentos, calhas, calçamentos, muros e postes de iluminação; podendo ainda dificultar o trânsito de pedestres e veículos, ao obstruírem placas de sinalização, por apresentarem galhos baixos ou mesmo por ter afloramento de raízes. Daí a importância de serem avaliadas as condições da árvore em ambiente urbano. Em São Francisco constatou-se poucas espécies de grande porte, acima de 8 m. Indivíduos de porte pequeno, isto é, arbustivos, indicam que a arborização da cidade foi implantada há pouco tempo (Alencar et al., 2014) e comumente não interferem com a fiação (Dantas & Souza, 2004). Contudo, indivíduos arbóreos de baixo porte, ou superiores, também podem interferir nos fios de baixa e média tensão que ficam a 5 m e 6 m de altura, respectivamente; enquanto os indivíduos de médio e grande porte interferem também nos fios de alta tensão, que ficam a cerca de 8 m de altura. Das espécies avaliadas, no que remete ao parâmetro altura da primeira bifurcação, isto é, a altura do solo até o ponto de inserção do primeiro galho no tronco, considerou-se *galhos < 2,0 metros* e *galhos ≥ 2,0 metros*. Constatou-se que 96% das árvores apresentaram suas primeiras ramificações menores que 2 metros de altura e apenas 4,0 % delas tinham a inserção do primeiro galho maior ou igual a 2,0 metros.

Araújo et al. (2009) mostraram que 17% das árvores de Campina Grande, PB, apresentaram a primeira bifurcação abaixo de 1,80 metros. Benatti et al. (2012) mostraram que a maioria da população arbórea, observadas em Salto de Pirapora, SP, também apresentam estatura menor que 1,80 metros da bifurcação, corroborando com os dados encontrados neste trabalho. De acordo com Rodolfo Júnior et al. (2008) quando as árvores apresentam galhos inseridos a uma altura menor que 1,5 metros, pode dificultar o passeio de pedestres nas calçadas, influenciando consideravelmente o bem-estar das pessoas que trafegam por ali. Na Figura 6, com relação ao CAP (*Circunferência à Altura do Peito*), os valores

foram obtidos através do uso de uma trena e a frequência deste parâmetro foi dada através de doze classes, a saber: classe 1 com valores de 10 a 30 cm, a classe 2 com valores de 31 a 50 cm, a classe 3 com valores entre 51 a 70 cm, a classe 4 com valores entre 71 a 90 cm, classe 5 com valores entre 91 a 110 cm, classe 6 com valores entre 111 a

130 cm, classe 7 com valores entre 131 a 150 cm, classe 8 com valores entre 151 a 170 cm, classe 9 com valores entre 171 a 190 cm, classe 10 com valores entre 191 a 210 cm, classe 11 com valores entre 211 a 230 cm, classe 12 com valores de 231 a 270 cm.

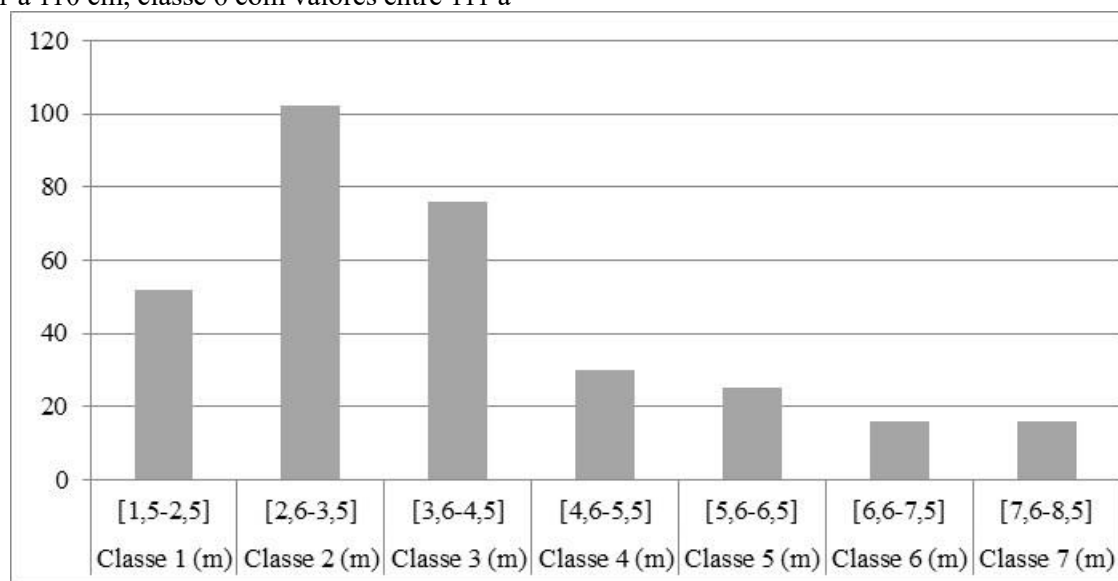


Figura 6. Classes de circunferências obtidas do parâmetro Circunferência à Altura do Peito (CAP) das espécies pertencentes à arborização urbana de São Francisco do Maranhão.

A circunferência a altura do peito achava-se distribuída em sua maioria entre 91-110 cm (17,67% dos indivíduos) e entre 71-90 cm (16,40% dos vegetais). O CAP está, geralmente, associado ao tamanho dos espécimes, logo maiores CAP seriam de árvores de maior porte e mais antigas. Segundo Couto (1994), dados relativos ao porte das árvores, (incluindo CAP), são de significativa importância para determinação da idade aproximada dos plantios desses vegetais. Segundo Gomes et al. (2016) árvores com CAP <10 cm são consideradas árvores jovens. O CAP é um fator importante a ser analisado já que ele se refere a fase da vida que o indivíduo arbóreo está (Encinas et al., 2005). Quanto à condição fitossanitária das árvores, 85,5% destas estavam em boas condições físicas, ou seja, sem sinais de pragas ou ataques mecânicos, apresentando-se vigorosa. 5,7% dos vegetais apresentaram danos leves, ou seja,

condições de vigor médias, e neste caso, foram consideradas com a fitossanidade regular, segundo a classificação de Faria et al. (2007). No presente estudo 8,8% dos indivíduos arbóreos foram categorizados, acerca da fitossanidade, *ruim*, pois apresentaram injúrias, como ataques mecânicos e de pragas (Tabela 2).

Os valores obtidos nessa pesquisa se comparam à pesquisa realizada por Sousa (2019) em Buriticupu, Maranhão, em que se percebe que há uma grande porcentagem de indivíduos arbóreos com a fitossanidade boa, porém, não foi possível identificar se são os moradores ou órgãos governamentais que manejam as árvores. Sobre as condições do sistema radicular dos vegetais, foram observadas quatro situações: *não apresenta problemas, aponta; quebra e destrói* (Figura 7).

Tabela 2. Espécies que apresentaram problemas fitossanitários (ataques de pragas e injúrias mecânicas), com as respectivas porcentagens (%) de danos encontrados em cada indivíduo.

PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS				
Espécie	Cupins	Formigas	Fungos	Injúrias mecânicas
<i>Terminalia catappa</i> L.	1,26%	1,6%	0,9%	
<i>Azadirachta indica</i> A.Juss.	0,3%		0,3%	
<i>Ficus benjamina</i> L.	0,3%	0,6%		
<i>Annona squamosa</i> L.	0,9%			
<i>Anacardium occidentale</i> L.				0,6%
<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell.	0,3%		0,3%	
<i>Tamarindus indica</i> L.	0,9%			
<i>Adenanthera pavonina</i> L.	0,3%			
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K.Schum.		0,3%		

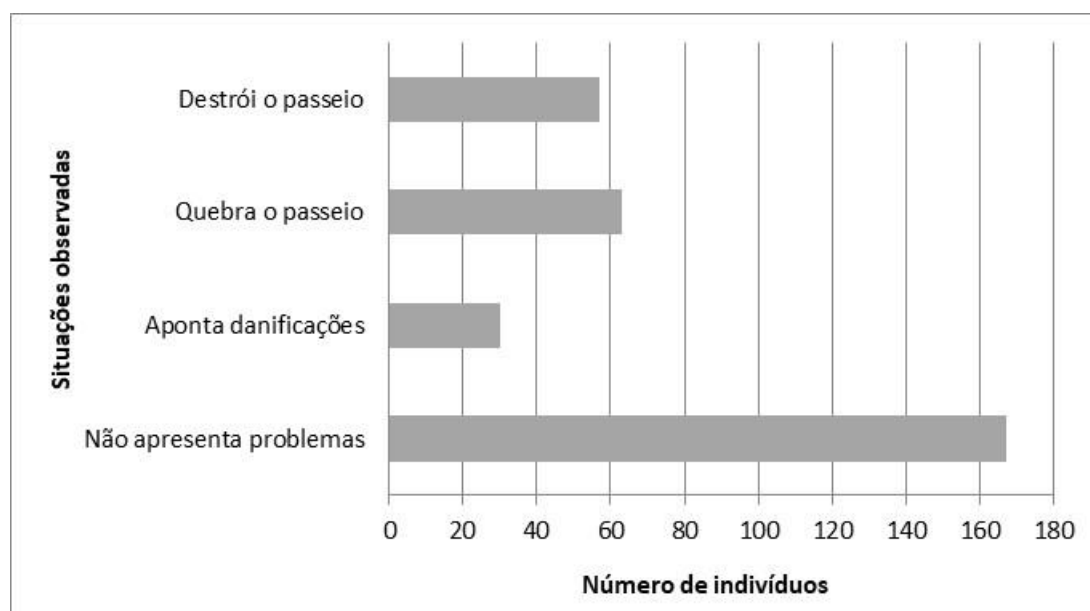


Figura 7. Distribuição dos indivíduos arbóreos observados na cidade de São Francisco do Maranhão, levando em consideração as condições do sistema radicular.

Das árvores avaliadas, 167 indivíduos não causavam nenhum problema às calçadas e aos imóveis ao redor, ou seja, 52,7% das raízes analisadas não apresentaram danos ao passeio público. 57 indivíduos (17,9%) destroem o passeio (Figura 8) ocasionando irregularidades relevantes,

como rachaduras em muros, casas e calçadas em geral. 19,9% das espécies provocam a quebra, apresentando apenas algumas rachaduras nas calçadas e 9,5% apontam somente algumas danificações, como ilustrado na Figura 8.



Figura 8. Destruição do passeio público causado pelo sistema radicular da espécie *Azadirachta indica*, nas duas imagens acima (A e B) presente na arborização urbana de São Francisco do Maranhão.

Com respeito às condições do sistema radicular, destas situações constatou-se que 47,3% dos indivíduos não possuíam áreas livres adequadas para o crescimento das raízes, o que dificulta o seu desenvolvimento, provocando desta forma as rachaduras e prejuízos às edificações. Os 52,7% restantes caracterizam as situações onde não apresenta problemas. Um resultado bem diferente foi encontrado no estudo realizado por Veloso (2016), que de 442 árvores, a maior parte dos sistemas radiculares (99%) dos indivíduos estudados não apresentavam problemas e apenas 1% apresentou algum

problema no passeio ou nas construções. No que se refere à intensidade da poda, foram adotadas algumas situações, a saber: *leve*, árvores com até 20% de ramificações retiradas; *pesada*, 50% dos galhos retirados; *drástica*, mais de 50% das ramificações retiradas. Dessa forma, verificou-se que 85,5% das árvores tiveram seus galhos retirados levemente, 7,6% tiveram seus galhos retirados na copa, considerando-se então que houve uma poda pesada, e 6,9% das árvores analisadas possuíam poda drástica, conforme ilustrado na Figura 9.

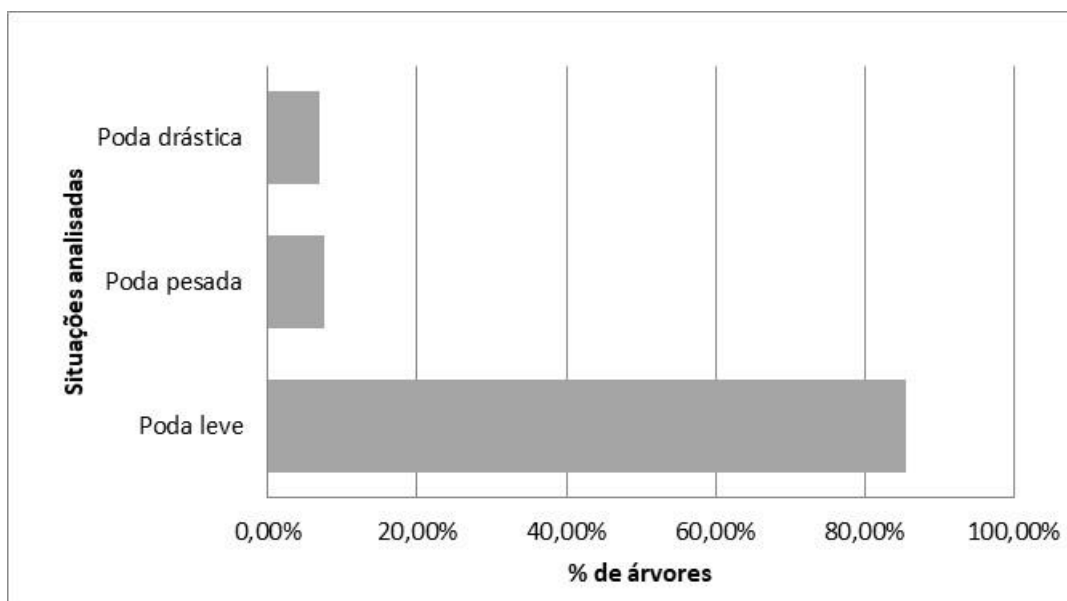


Figura 9. Distribuição dos indivíduos arbóreos observados no município de São Francisco do Maranhão, levando em consideração a intensidade da poda dos vegetais.

Costa, I. S., Júnior, J. R. S., Monteiro, J. M.

Resultados similares foram encontrados por Veloso (2016) e por Sousa (2019) que verificaram um percentual de 74,65% e 63,79%, respectivamente, de indivíduos com sinais de podas leves. Coelho Júnior et al. (2015) notaram em sua pesquisa que uma parte significativa das árvores presentes em Picos, PI, por exemplo, recebem podas, mas estas não são retiradas de maneira adequada. Em geral, foi possível perceber que em muitos trabalhos realizados com foco na arborização urbana, tendo em vista o parâmetro intensidade da poda, não há padrão nesse atividade e isso se deve aos conflitos com a rede elétrica (Alberti, 2005; Mazioli, 2012).

Considerações finais

A arborização de São Francisco do Maranhão de acordo com a amostra obtida é considerada regular, quando comparada com a quantidade de habitantes, de residências e estabelecimentos comerciais da cidade. A maioria dos indivíduos arbóreos amostrados neste estudo é de origem exótica. Vale ressaltar, que a cidade é tangenciada por vegetação nativa, o que deveria facilitar a utilização destes elementos na arborização. Tem-se discutido mundialmente a substituição de espécies nativas (especialistas) por espécies exóticas (generalistas) e os resultados dessa pesquisa dão suporte à homogeneização biótica. Foi possível constatar a importância local das espécies exóticas, principalmente *A. indica*, o nim indiano, por conta do seu crescimento rápido, rusticidade, usos medicinais, sombra proporcionada e resistência a pragas. Contudo, essa planta apresenta alto potencial de invasão. A realização de estudos como este tem sido uma boa alternativa para a descoberta de novas plantas que requerem uma atenção maior quanto à sua conservação. Além disso, é importante a utilização de espécies nativas para evitar a perda da diversidade biológica. Salienta-se destacar que, no Brasil, há necessidade de mais estudos abordando o processo sistemático de homogeneização biótica em distintos biomas, ou seja, a atenção a este tópico ainda é escassa, considerando as dimensões territoriais.

É necessário que cada município, por meio da secretaria do meio ambiente, promova ações para incentivar os moradores a optarem por plantas nativas, evidenciando seus benefícios para o ecossistema e fomentando o interesse pela conservação local da biodiversidade. Além disso, a cidade necessita de um projeto de arborização,

atendendo às suas especificidades, com foco na importância, valorização e implantação de espécies nativas para compor a vegetação urbana, evidenciando os benefícios que a flora autóctone traz para a população.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos moradores da comunidade de São Francisco, Maranhão, e ao Programa de Pós-Graduação de Biodiversidade e Conservação, UFPI.

Referências

- Alberti, M. (2005). Os efeitos dos padrões urbanos na função do ecossistema. *International Regional Science Review*, 28(2), 168–192. <https://doi.org/10.1177/0160017605275160>.
- Alvey, A. A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, Blacksburg, VA, 5(1), 195–201, dez. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.09.003>
- Alves, J. E. (2010). Toxidade do nim *Azadirachta indica* A. Juss.: Meliaceae para *Apis mellifera* e sua importância apícola na caatinga e mata litorânea cearense. 2010. 142 p. Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17036>
- Blum, C. T., Borgo, M., & Sampaio, A. C. F. (2008). Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. *Revista Sbau*, Piracicaba 3(2) 78-97, 2008. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v3i2.66347>
- Burivalova, Z., Lee, T.M., Giam, X., Şekercioglu, Ç.H., Wilcove, D.S., & Koh, L.P. (2025). Avian responses to selective logging shaped by species traits and logging practices. *Proceedings of the Royal Society - Biological Sciences*. 282(1808), 1–8. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.0164>
- Calixto Júnior, J. T., Santana, G. M., & Lira, J. A. (2009). Análise quantitativa da arborização urbana de Lavras da Mangabeira, CE, Nordeste do Brasil. *REVSBAU*, Piracicaba – SP, 4(3), 99–109, ago.
- Correia Filho, F. L. (2011). Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de São Francisco do Maranhão. Teresina, Piauí: CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Acesso em: 21 de nov de

2023. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15652/1/rel-sao_fran_ma.pdf
- Duarte, T.E.P.N., Angeoletto, F., Richard, E., Vacchiano, M.C., Leandro, D. S., Bohrer, J.F.C.; Leite, L.B., & Santos, J.W.M.C. (2017). Arborização Urbana no Brasil: Um Reflexo de Injustiça Ambiental. *Terr@plural*, Ponta Grossa 11, 291-303. DOI 10.5212/TerraPlural.v.11i2.0008
- EMBRAPA. Solos do Nordeste. Recife, 2006. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html>. Acesso em: 11 fev. 2024.
- Fabricante, J. R. (2014). Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga. 2 ed. Florianópolis-SC: *Brookess*, 51 p. ISBN 978-85-8045-559-5. <https://www.researchgate.net/publication/256091493>
- Encinas, J. I., Silva, G. F., & Pinto, J. R. R. (2005). Idade e crescimento das árvores. *Comunicações Técnicas Florestais*. Brasília, DF: Ed. UnB, 7, 1.
- Fabricante, J. R. (2014). Plantas exóticas e exóticas invasoras da Caatinga. 2 ed. Florianópolis-SC: *Brookess*, 51 p.
- Faria, J. L. G., Monteiro, E. A., & Fisch, S. T. V. (2007). Arborização de vias públicas do município de Jacaréi - SP. *REVSBAU*, Piracicaba, 2(4), 20-33.
- Ferreira, R. M., & Lino, E. N. S. (2021). Expansão agrícola no cerrado: o desenvolvimento do agronegócio no estado de Goiás entre 2000 a 2019. *Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia-MG, 22(79), 01-17.
- Fernandes, K.T.; Borges, F.F.; Franco, C.F. 2024. INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MICROCLIMA DE GUARIBA - SP: impactos na qualidade de vida e a importância de um plano de arborização. Anais dos Resumos Expandidos - Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal (SITEC-JB) ISSN 2965-9221.
- Figueiredo, D.P.; Oliveira, T.; Meireles, L.D. 2024. Recursos florais e frutíferos para a fauna de espécies arbóreas indica das para arborização urbana de São Paulo: em busca de uma cidade biodiversa. *Hoehnea* 51: e482022. DOI <https://doi.org/10.1590/2236-8906e482022>
- Freire, R. L. S., Silva, A. C., & Tavares, J. M. (2012). Avaliação da qualidade ambiental da arborização de ruas nos bairros aldeota e messejana, Fortaleza/CE. *REVSBAU*, Piracicaba – SP, 7(2), 116-127.
- Giejsztowt, J., Classen, A.T., & Deslippe, J. R. (2020). Climate change and invasion may synergistically affect native plant reproduction. *Ecology*, 101, e02913. DOI <https://doi.org/10.1002/ecy.2913>
- Gomes, M. D. S., & Vieira, F. J. (2023). Análise das propriedades físicas da madeira das espécies *Azadirachta indica* a. Juss. E *prosopis juliflora* (sw.) Dc. *Revista Biodiversidade*, 22(2), 69-79. 2023
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science* 319, 756–760. DOI <https://doi.org/10.1126/science.1150195>.
- Hamanda, M.O.S., & Mendes, F.J.C. (2023). Influência da arborização urbana no microclima na cidade de Altamira – PA. *Revista Foco |Curitiba (PR)*, v.16.n.2, e1137, p.01-11.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. São Francisco do Maranhão: IBGE, 2022.
- Lima, J.R., & Oliveira, L.S. (2020). Publicações sobre Arborização Urbana na Região Nordeste, Brasil. *Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Curitiba, 15, 56-69, jul.
- Lima Neto, E. M., & Melo, S. R. (2011). Comportamento e características das espécies arbóreas nas áreas verdes públicas de Aracajú, Sergipe. *Scientia Plena*, 7.
- Liu, J., Xin, X., & Zhou, Q. (2018). Phytoremediation of contaminated soils using ornamental plants. *Environmental Reviews*, 26(1) 43-54, mar.
- Locastro, J. K., Rasbold, G. G., Pereira, J. S. R., Soares, B., & Caxambu, M. G. (2014). Censo da arborização urbana do município de Cafeara, Paraná. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, 9(3), 122-140, mai.
- López-Moreno, I.R. (1991). El Arbolado urbano de la zona metropolitana de la Ciudad de México. 32. ed. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 388 p.
- Leclerc, C. J., Viard, F., Sepúlveda, E. G., Diaz, C., Hinojosa, J. N., Araneda, K. P., Silva, F., & Brante, A. (2020). Habitat type drives the distribution of non-indigenous species in fouling communities regardless of associated maritime traffic. *Diversity and Distributions*, 26(1), 62-75, jan.
- Lewis, C. A. (1995). Human health and well-being: the psychological, physiological, and sociological effects of plants on people. *Acta*

- Horticulture*, 391, 31-39. DOI 10.17660/ActaHortic.1995.391.2
- Locke, D., & Baine, G. (2015). The good, the bad, and the interested: how historical demographics explain present-day tree canopy, vacant lot and tree request spatial variability in New Haven, CT. *Urban Ecosyst*, New York, 18, 391–409. DOI 10.1007/s11252-014-0409-5
- Lucena, R. F. P., Pedrosa, K. M., Carvalho, T. K. N., Guerra, N. M., Ribeiro, J. E. S., & Ferreira, E. C. (2017). Conhecimento local e uso de espécies vegetais nativas da região da Serra de Santa Catarina, Paraíba, Nordeste do Brasil. *FLOVET*, 1(9) 158–179.
- Mazioli, B. C. (2012). Inventário e diagnóstico da Arborização Urbana de dois bairros da cidade de Cachoeiro do Itapemirim, ES. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.
- McDonnell, M.J., & MacGregor-Fors, I. (2016). The ecological future of cities. *Science* (1979) 352, 936–938. DOI <https://doi.org/10.1126/science.aaf3630>.
- McKinney, M. L. (2006). Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127, 247 – 260. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.005>
- McKinney, M. L., & Lockwood, J. L. (1999). Biotic homogenization: A few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution*, 14(11), 450-453, nov. DOI 10.1016/s0169-5347(99)01679-1
- Mossini, S. A. G., & Kimmelmeier, C. (2005). A árvore Nim (*Azadirachta indica* A. Juss): Múltiplos Usos. *Acta Farm. Bonaerense* 24 (1): 139-48.
- Nowak, D.J., & Dwyer, J.F. (2007). Understanding the benefits and costs of urban forest ecosystems. In: Kuser, J.E. (Ed.), *Urban and Community Forestry in the Northeast*. Springer, New York, p. 25–46, jan. DOI: 10.1007/978-1-4020-4289-8_2
- Olden, J. D., & Poff, N. L. (2003). Toward a mechanistic understanding and prediction of biotic homogenization. *The American Naturalist*, 162(4), 442-460.
- Peixoto, A. L., & Maia, L. C. (2013). Manual de Procedimentos para Herbários. Editora universitária UFPE. Recife.
- R CORE TEAM R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 20. Out. 2023.
- REFLORA - Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira. Flora e Funga do Brasil. Disponível em: <<https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ConsultaPublicaUC.do#ConsultaTaxonCP>> Acessado em: 05 de agosto de 2022.
- Richardson, D.M., Pysek, P., Rejmanek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D., & West, C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6, 93-107. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x>
- Rossi, R. D., Martins, C. R., Viana, P. L., Rodrigues, E. L., & Figueira, J. E. C. (2014). Impact of invasion by molasses grass (*Melinis minutiflora* Beauv.) on native species and on fires in areas of campo-cerrado in Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 28(4), 631–637. DOI: 10.1590/0102-33062014abb3390
- Ruas, R.B., Costa, L.M.S., & Bered, F. (2022). Urbanization driving changes in plant species and communities – A global view. *Global Ecology and Conservation*, V. 38, e02243, ISSN 2351-9894. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02243>.
- Rufino, M. R., Silvino, A. S., & Moro, M. F. (2019). Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. *Rodriguésia*, 70, e03562017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201970051>
- Sales, M. P., Moura, G. J. B., Oliveira, A. A. A., & Piber, R. S. (2021). Cidades verdes: uma análise do Plano Diretor de Arborização Urbana do município de Salvador (BA). *Rev. Monografias Ambientais*, Santa Maria, 20. DOI <https://doi.org/10.5902/2236130862962>
- Santos, G. & Fabricante, J. (2020). Potencial de invasão biológica do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no Nordeste brasileiro. *Revista de Ciências Ambientais*, 14(3): 07-12.
- Santos, R. O., Soares Neto, R., & Silva e Silva, B. M. (2019). Compositional Similarity of Urban Green Areas in Southeastern Brazil. *Floresta e Ambiente*, 26(2), e20170747. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.074717>
- Santos, E. B., Nogueira, F. M., & Talgatti, D. M. (2021). Plant Species Composition and the Perception of the Afforestation in Urban Public

- Green Spaces in a Municipality in Eastern Brazilian Amazon. *Sustainability*, 13(18) 10332, sep. DOI <https://doi.org/10.3390/su131810332>
- Sartori, R. A., Martins, G. A. C., Zaúb, A. S., & Brasil, L. S. C. (2018). Urban afforestation and favela: A study in A community of Rio de Janeiro, Brazil. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40, 84-92, apr. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.004>. 2018.
- Schwartz, M. W., Iverson, L. R., Prasad, A. M., Matthews, S. N., & O'Connor, R. J. (2006). Predicting Extinctions as a Result of Climate Change. *Ecology*, 87(7) 1611-1615. DOI <http://www.jstor.org/stable/20069119>
- Simberloff, D. (2009). The role of propagule pressure in biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 81-102. DOI [10.1146/annurev.ecolsys.110308.120304](https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120304).
- Siqueira, J.C., & Mendonça, L.F.M. (2015). Soluções hoje, problemas amanhã: uma análise da arborização do bairro Leblon, Rio de Janeiro. *Pesquisas, Botânica*, 68, 311-318. <http://www.anchietano.unisinos.br/publicacoes/botanica/botanica.htm>.
- SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (SISBIO). Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/sistemas/sisbio-sistema-de-autorizacao-e-informacao-em-biodiversidade>> Acesso em: 12 de ago. 2022.
- Silva, L. M. (2008). Reflexões sobre a identidade arbórea das cidades. *Rev. SBAU*, Piracicaba, 3(3), 65-71, set.
- Sousa, L. A., Cajaiba, R. L., Martins, J. S. C., Colácio, D. S., Sousa, E. S., & Pereira, K. S. (2019). Levantamento quali-quantitativo da arborização urbana no município de Buriticupu, MA. *REVSBAU*, Curitiba – PR, 14(1), 42-52.
- Souza, A. L., Ferreira, R. A., Mello, A. A., Plectidol, D. R., Santos, C. Z. A., Graça, D. A. S., Almeida, P.P., Barreto, S. S. B., Dantas, D. M., Paula, J. W. A., Silva, T. L., & Gomes, L. P. S. (2011). Diagnóstico quantitativo e qualitativo da arborização das praças de Aracaju, SE. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, 35(6).
- Unal, S., & Ukkuzu, E. (2009). Larvaecidal effects of azadirachtin on the pine processionary moth, Kastamonu, Turquia. *African Journal of Biotechnology*, 8(1), 5128-5131. <https://www.researchgate.net/publication/242174554>
- Veloso, J. N. (2016). Inventário da arborização urbana das principais avenidas do município de Rorainópolis, Roraima. Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online), Universidade Estadual de Roraima [S.L.], 10(2), 28 -40.
- Vignola Junior, R. (2015). ArbVias – Método de avaliação da arborização no sistema viário urbano. *Paisagem e Ambiente*, São Paulo, 1(35) 89-117.
- Vitule, J. R. S., & Pozenato, L. P. (2012). Homogeneização biótica: Misturando organismos em um mundo pequeno e globalizado. *Estudos em Biologia, Ambiente e Diversidade*, 34(83) 239-245, jul./dez.
- Vitule, J. R. S., & Prodocimo, V. (2012). Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. *Estudos em Biologia, Ambiente e Diversidade*, 34(83) 225-237, jul./dez.
- Wardle, D.A., & Peltzer, D. A. (2017). Impacts of invasive biota in forest ecosystems in an aboveground-belowground context. *Biological Invasions*, 19, 3301-3316.
- Ziller, S. R., & Zalba, S. (2007). Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. *Natureza & Conservação*, 5(2), 8-15.