

# Morphometric analysis of tree species from the central region of Imperatriz-MA municipality

## Análise morfométrica de espécies arbóreas da região central do município de Imperatriz-MA

Kellyson Matheus Santos Costa<sup>1</sup>, Dalton Henrique Angelo<sup>2</sup>, Cristiane Matos da Silva<sup>3</sup>, Wilson Araújo da Silva<sup>3</sup>, Chaiane Rodrigues Schneider<sup>3</sup>, Jaqueline Macedo Gomes<sup>3</sup>

**Abstract:** Urban forestry is essential in urban environments and if poorly planned, ends up affecting its efficiency and the society quality of life, generating conflicts with urban infrastructure. Morphometry allows the growth dynamics of the tree component to be known, predicting the space needed for its development and stability, silvicultural actions and appropriate management in urban environments. In this sense, the objective was to analyze the most common tree species in the central region of the Imperatriz-MA municipality, in terms of their composition and morphometric parameters. Thus, through a census in 228 blocks, all individuals had their dendrometric parameters measured and 2,321 trees, distributed in 69 species and 26 families were counted. Of the total number of individuals, 66% were exotic species and 34% native, with *M. tomentosa* being the most representative. As for the morphometric parameters, the average total height of the most representative species was 6.2 m, the height of the first bifurcation was 1.2 m, the crown height was 2.1 m, and the average DBH was 0.25 m. The average diameter and the average crown area obtained were 5.37 m and 26.83 m<sup>2</sup>, respectively. As a result, it can be concluded that the Imperatriz forestry can be considered young with recent plantings and also with inadequately managed plants in the adult stage. *Azadirachta indica* should be progressively replaced by regional native species, with the young tree component managed to provide maximum canopy area and tall forked trunks that occupy less space on the pavement, regardless of their size.

**Key words:** Urban Forest. Dendrometry. Forest Inventory. Forest management. Urban Forestry.

**Resumo:** A arborização é fundamental no meio urbano e quando mal planejada acaba afetando sua eficiência e qualidade de vida da sociedade, gerando conflitos com a infraestrutura urbana. A morfometria permite o conhecimento da dinâmica de crescimento do componente arbóreo, prevendo espaço necessário para seu desenvolvimento e sua estabilidade, ações silviculturais e manejo adequado em ambientes urbanos. Diante disso, objetivou-se analisar as espécies mais frequentes da arborização na região central do município de Imperatriz-MA, em relação a sua composição e parâmetros morfométricos. Assim, por meio de censo, em 228 quadras todos indivíduos tiveram seus parâmetros dendrométricos mensurados sendo contabilizadas 2.321 árvores, distribuídas em 69 espécies e 26 famílias. Do total de indivíduos, 66% são espécies exóticas e 34% nativas sendo a espécie *M. tomentosa* a mais representativa. Quanto aos parâmetros morfométricos, a altura total média dos indivíduos das espécies de maior representatividade foi de 6,2 m, altura da primeira bifurcação de 1,2 m, altura de copa de 2,1 m, e DAP médio de 0,25 m. O diâmetro médio e área média da copa obtidos foram de 5,37 m e 26, 83 m<sup>2</sup>, respectivamente. Com isso, conclui-se que arborização de Imperatriz pode ser considerada jovem com plantios recentes e, também com plantas na fase adulta manejadas inadequadamente. É recomendável que se substitua gradativamente a *Azadirachta indica* por espécies nativas regionais, bem como manejar o componente jovem para proporcionar máxima área de copa e fustes com bifurcações altas, para ocupar menor espaço em passeios, independentemente de sua dimensão.

**Palavras-chave:** Floresta Urbana. Dendrometria. Inventário Florestal. Manejo Florestal. Silvicultura Urbana.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 02/07/2023, approved on 03/10/2023 and published on 20/11/2023

<sup>1</sup>Grupo Lago Azul. E-mail: [kellyson@grupolagoazul.com](mailto:kellyson@grupolagoazul.com)

<sup>2</sup>Postgraduate Program in Forestry Sciences. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, Paraná, Brasil. Email: [dalton\\_florestal@outlook.com](mailto:dalton_florestal@outlook.com)

<sup>3</sup>Forestry Engineering Department. Agricultural Sciences Center, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, Maranhão, Brasil. E-mails: [cristiane.silva@uemasul.edu.br](mailto:cristiane.silva@uemasul.edu.br); [wilson.silva@uemasul.edu.br](mailto:wilson.silva@uemasul.edu.br); [chai.rodriguesschneider@gmail.com](mailto:chai.rodriguesschneider@gmail.com); [jaquelinemacedogomes@hotmail.com](mailto:jaquelinemacedogomes@hotmail.com)

## INTRODUCTION

Urban forests have a number of benefits, including mitigating the environmental impacts of urbanization, improving the climate, absorbing carbon dioxide, improving and contributing to water quality, reducing noise levels, providing shelter for wildlife, adding beauty to the cities landscape, among others (SILVA, 2015). According to Bortoleto *et al.* (2007), many Brazilian cities do not have proper urban forestry planning, and many projects are based on purely empirical practices.

Urban landscaping is one of the tools that can be used to improve quality of life and environmental comfort (DE CÁSSIA; HENKES, 2012). There is a need to plan tree planting, since incorrect or improper use of trees can cause damage to the user, as well as to energy, water and sewage companies, which are common in cities (SILVA *et al.*, 2018). Thus, in order to enable proper management, it is essential to know the city's tree heritage. Urban tree planting should be analyzed and designed based on planning tools, through a quantitative inventory and diagnosis of the trees planted (BOBROWSKI, 2014).

The tree inventory can be used to obtain applicable data and information about the urban forest. This data comes from the analysis of each individual plant and the information is aggregated values such as totals, averages, percentages, graphs or tables in order to provide management support (ANGELO *et al.*, 2023). Inventories can be carried out by total census or by sampling. For places where urban tree planting is heterogeneous, such as neighborhoods, public roads or small cities, a total census is more appropriate (SILVA, 2015).

The data obtained from the inventory is used to analyze morphometry and study the relationship between trees and the urban environment. Methods for evaluating morphometry, its relationships and the dynamics of tree shapes have become indispensable in the planted and native forests management (ROMAN *et al.*, 2009), however, these techniques are rarely used in urban forests. The morphometry of urban vegetation can provide important variables for planning the implementation of species that will be allocated to the urban forestry, such as establishing minimum standards for intervention by pruning, as well as the behavior of each species and the interaction between trees on the streets (BOBROWSKI *et al.*, 2013).

## INTRODUÇÃO

A floresta urbana apresenta diversos benefícios, dentre eles, mitigar os impactos ambientais da urbanização, melhorar o clima, absorver o dióxido de carbono, melhorar e contribuir para qualidade da água, diminuir os níveis de barulho, proporcionar abrigo para fauna e atribuir beleza paisagística às cidades, entre outros benefícios (SILVA, 2015). Segundo Bortoleto *et al.* (2007), muitas cidades brasileiras não possuem planejamento apropriado de floresta urbana, sendo que vários projetos se fundamentam em práticas meramente empíricas.

O paisagismo urbano é uma das ferramentas que podem ser empregadas para a melhoria da qualidade de vida e conforto ambiental (DE CÁSSIA; HENKES, 2012). Há necessidade de planejamento da arborização, uma vez que o uso incorreto ou impróprio dessas árvores pode ocasionar prejuízos para o usuário, bem como para as empresas de energia, água e esgoto, comum nas cidades (SILVA *et al.*, 2018). Dessa forma, para possibilitar o manejo adequado é essencial conhecer o patrimônio arbóreo da cidade. Devendo a arborização urbana ser analisada e arquitetada com base em ferramentas de planejamento, por meio de um inventário quantitativo e diagnóstico da arborização (BOBROWSKI, 2014).

O inventário de árvores pode ser utilizado para obtenção de dados e informações utilizáveis sobre a floresta urbana. Esses dados provêm da análise de cada indivíduo vegetal e as informações são valores agregados como total, médias, porcentagens, gráficos ou tabelas visando fornecer subsídios para o manejo (ANGELO *et al.*, 2023). Têm-se inventário por censo total ou por amostragem, sendo que, para locais onde a arborização urbana é heterogênea, como: bairros, vias públicas ou cidades de pequena extensão, torna-se mais apropriado o censo total (SILVA, 2015).

Os dados obtidos por meio do inventário são utilizados para a análise da morfometria e estudos das relações das árvores com o meio urbano. Os métodos de avaliação da morfometria, suas relações e a dinâmica das formas das árvores, tornam-se indispensáveis no manejo de florestas plantadas e nativas (ROMAN *et al.*, 2009), contudo essas técnicas são pouco utilizadas na floresta urbana. A morfometria da vegetação urbana pode fornecer variáveis importantes para o planejamento da implantação das espécies que serão alocadas na arborização, como o estabelecimento de padrões mínimos para a intervenção por podas, além do comportamento de cada espécie e a interação entre as árvores nas ruas (BOBROWSKI *et al.*, 2013).

The silvicultural treatments used for urban vegetation tend to create and maintain suitable conditions for urban trees, generating improvements and benefits for the population, including a reduction in conflicts with poles, power grids and signage, plus the fact that trees occupy sidewalks and other pedestrian walkways (LIMA NETO, 2014). These procedures involve actions such as choosing the most appropriate species, planning seed collection, improving seedling production, efficient planting techniques and correctly applying the pruning technique and intensity (BOBROWSKI *et al.*, 2013) in order to achieve the right stem and crown for the urban component.

Urban forestry studies in Imperatriz began with Angelo (2017), who carried out a census in the central region of the municipality involving 228 blocks. The results supported other studies, such as: the analysis of conflicts with the urban structure (SILVA *et al.*, 2018), to evaluate structural changes to the tree component in the same area (PEREIRA *et al.*, 2020) and the analysis of sampling processes as a result of the census (ANGELO *et al.*, 2023). The latter concerned the optimization of public sector resources. Finally, the census carried out in the Beira Rio neighborhood next to the central area (LIMA *et al.*, 2022).

There is a need for more comprehensive studies to inventory the other regions of the municipality, as well as to generate better data with adequate refinement for the implementation and management of reforestation. The aim of the present study was to analyze the composition of the current urban forest and the most common species in the central region of the municipality of Imperatriz - MA in relation to morphometric parameters.

## MATERIALS AND METHODS

Imperatriz municipality is located in the west of Maranhão state, in microregion no. 38. It is bordered on the north by Cidelândia and São Francisco do Brejão municipalities; to the east by João Lisboa, Senador La Rocque and Davinópolis and; to the west by the Tocantins municipalities of São Miguel do Tocantins, Praia Norte, Augustinópolis and Sampaio; and to the south by Governador Edison Lobão.

Os tratamentos silviculturais, utilizados para a vegetação urbana, tendem a criar e manter condições adequadas às árvores urbanas, gerando melhorias e benefícios para a população, entre eles, a diminuição dos conflitos com postes, redes de energia, sinalização, adicionado ao fato da ocupação arbórea adequada em calçadas e demais passeios para pedestres (LIMA NETO, 2014). Esses procedimentos envolvem ações, como: escolha das espécies mais apropriadas, planejamento da coleta de sementes, melhoria na produção de mudas, eficiência nas técnicas de plantio e aplicação correta da técnica e intensidade de poda (BOBROWSKI *et al.*, 2013) para condução de fuste e copa adequados ao componente urbano.

Em Imperatriz, os estudos sobre arborização iniciaram-se por Angelo (2017), com censo realizado na região central do município envolvendo 228 quadras. Os resultados desse estudo subsidiaram outros estudos, como: a análise de conflitos com a estrutura urbana (SILVA *et al.*, 2018), avaliação nas modificações estruturais do componente arbóreo na mesma área (PEREIRA, *et al.*, 2020) e análise de processos amostrais em decorrência do censo (ANGELO *et al.*, 2023). Esse último versava sobre a otimização de recursos do setor público. Por fim, o censo realizado no bairro Beira Rio vizinho a área central (LIMA *et al.*, 2022).

Há necessidade de estudos mais abrangentes inventariando as demais regiões do município, bem como gerar dados mais elaborados com refinamento adequado para a implantação e manejo da arborização. Assim, objetiva-se analisar a composição da arborização atual e as espécies mais frequentes da região central do município de Imperatriz - MA em relação aos parâmetros morfométricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

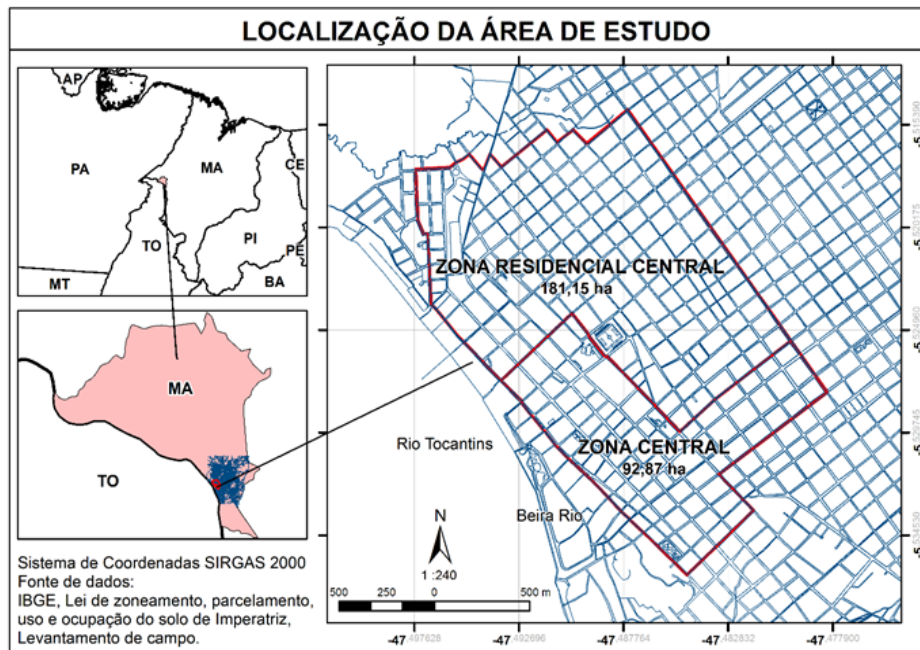
O município de Imperatriz está localizado no Oeste do estado do Maranhão, na microrregião nº 38 e tem divisa ao Norte com os municípios de Cidelândia e São Francisco do Brejão; ao Leste com João Lisboa, Senador La Rocque e Davinópolis e à Oeste com os municípios do Tocantins de São Miguel do Tocantins, Praia Norte, Augustinópolis e Sampaio; e ao Sul com Governador Edison Lobão.

The municipality is located 629.5 km from the state capital and has a total area of 1,367.90 km<sup>2</sup>. The climate is characterized as tropical (AW'), according to the Köppen - Geiger climate classification, with two well-defined seasons, the rainy season from November to May and the dry season from June to October. The average temperature is around 29 °C. The municipality has an estimated population of 253,873 inhabitants (IBGE, 2017).

The study area for evaluating the urban forestry is delimited according to the municipality's zoning law (Law No. 003/2014), where a census-type forest inventory was carried out in the central zones (CZ) and central residential zone (CRZ) of Imperatriz-MA (Figure 1). These areas, known together as the central region (CR), total 274.02 ha, with 228 blocks. The morphometric and dendrometric parameters of the tree species found on or near sidewalks and taller than 1.5 m in the CR were measured, and only the seven most frequent species in urban tree planting were presented in this study.

O município encontra-se a 629,5 km da capital do Estado, possui área total de 1.367,90 km<sup>2</sup>. O clima é caracterizado como tropical (AW'), de acordo com a classificação climática de Köppen - Geiger, com duas estações bem definidas, a chuvosa de novembro a maio e a seca de junho a outubro. A temperatura média é em torno de 29 °C. O município apresenta população estimada de 253.873 habitantes (IBGE, 2017).

A área de estudo para avaliação da arborização está delimitada conforme Lei de zoneamento do município (Lei nº 003/2014), onde foi realizado inventário florestal do tipo censo, nas zonas central (ZC) e zona residencial central (ZRC) de Imperatriz-MA (Figura 1). Essas zonas, em conjunto, são conhecidas como região central (RC), totalizam 274,02 ha, perfazendo 228 quadras. As espécies arbóreas da RC, presentes nas calçadas ou próximas a ela e com altura superior a 1,5 m, tiveram mensurados os parâmetros morfométricos e dendrométricos e apenas as sete espécies mais frequentes na arborização urbana tiveram os dados apresentados neste trabalho.



**Figure 1** - Location of Imperatriz municipality in Maranhão State, delimitation of the study area Central Region (CR) and division of the Central Zone (CZ) and Central Residential Zone (CRZ).

Source: Authors, 2023.

**Figura 1** - Localização do município de Imperatriz no estado do Maranhão, delimitação da área de estudo região central (RC) e divisão da zona central (ZC) e zona residencial central (ZRC).

Fonte: Autores, 2023.

The information was collected and recorded on field cards between February 2016 and February 2017, and the data was then tabulated in a spreadsheet. A city center plan was used to locate the roads.

The catalogued individuals were identified by common and scientific name through consulting specialized literature. After identification, the individuals were arranged according to their origin: native species, when belonging to Brazilian territory; and exotic species, when belonging to other countries.

The dendrometric parameters were assessed as follows: total height was measured using clinometers; crown height and the height of the first bifurcation were taken using a rigid rod measuring tape graduated in centimeters, and the circumference at breast height (CBH) was measured using a tape measure. The data was then transformed into DBH (diameter at breast height) using Equation 1.

$$DBH = \frac{CBH}{\pi} \quad (\text{Eq. 1})$$

The crown projection area was estimated using a 30 m tape measure, based on the measurements of four of the tree's radii, according to North-South and East-West orientation. With these values, the average crown diameter (CD m<sup>-1</sup>) and the crown projection area (CPA m<sup>-2</sup>) were obtained by applying Equation 2. Microsoft Excel spreadsheets were used for the calculations.

$$CPA = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot CD^2 \quad (\text{Eq. 2})$$

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The urban tree species census in the CR of the Imperatriz-MA city showed a floristic composition of 2321 trees, belonging to 26 botanical families and distributed among 69 different species (Table 1).

As informações foram coletadas e registradas em fichas de campo, entre os meses de fevereiro de 2016 e fevereiro de 2017, sendo os dados posteriormente tabulados em planilha eletrônica. Para a localização das vias, foi utilizada uma planta da região central da cidade.

Os indivíduos catalogados foram identificados com o nome vulgar e nome científico, por meio de consulta à literatura especializada. Após a identificação, os indivíduos foram arranjados quanto à sua origem: espécie nativa, quando pertencente ao território brasileiro; e espécie exótica, quando pertencente a outros países.

Os parâmetros dendrométricos foram avaliados do seguinte modo: a altura total foi medida empregando clinômetros; a altura de copa e a altura da primeira bifurcação foram tomadas com trena de haste rígida graduada em centímetros e, a circunferência à altura do peito (CAP) auferida com o auxílio de fita métrica. Logo após, os dados foram transformados em DAP (diâmetro à altura do peito) por meio da Equação 1.

A área da projeção da copa foi estimada utilizando trena de 30 m, a partir das medidas de quatro raios da árvore, conforme a orientação Norte-Sul e, Leste e Oeste. De posse desses valores, obteve-se o diâmetro médio de copa (DC m<sup>-1</sup>) e a área de projeção da copa (APC m<sup>-2</sup>) por meio da aplicação da Equação 2. Para os cálculos foi utilizada planilha do Excel da Microsoft.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O censo das espécies da arborização urbana na RC da cidade de Imperatriz-MA apresentou composição florística formada por 2321 árvores, distribuídas em 69 espécies diferentes e pertencentes a 26 famílias botânicas (Tabela 1).



**Table 1** - Inventory data on tree planting in the Central Region (CR) of Imperatriz, MA  
**Tabela 1** - Dados inventariados da arborização na Região Central (RC) de Imperatriz, MA

Family	Common Name	Scientific Name	O	Nº I
Anacardiaceae	Cashew tree	<i>Anacardium occidentale</i> L.	N	9
	Mango tree	<i>Mangifera indica</i> L.	E	89
	Yellow mombin	<i>Spondias mombin</i> L.	N	3
Annonaceae	Ata	<i>Annona squamosa</i> L.	E	14
	Pimenta de macaco	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	N	1
Apocynaceae	Golden trumpet	<i>Allamanda cathartica</i> L.	N	1
	Apple of Sodom	<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton	E	1
	Nerium	<i>Nerium oleander</i> L.	E	4
	White frangipani	<i>Plumeria pudica</i> Jacq.	E	19
	Red- Jasmine	<i>Plumeria rubra</i> L.	E	11
	Yellow oleander.	<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) K. Schum	E	5
Bignoniaceae	Pink tab	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	N	5
	Yellow ipe	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	N	49
	African tulip tree	<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	E	1
	Yellow bells	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	E	17
Caricaceae	Papaya	<i>Carica papaya</i> L.	E	2
Caryocaraceae	Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess	N	2
Chrysobalanaceae	Oiti	<i>Moquilea tomentosa</i> Benth.	N	1147
Clusiaceae	Clusia sanguinea	<i>Clusia burchellii</i> Engl.	N	1
Combretaceae	Burma creeper	<i>Quisqualis indica</i> L.	E	27
	Tropical almond	<i>Terminalia catappa</i> L.	E	67
Dilleniaceae	Elephant apple	<i>Dillenia indica</i> L.	E	6
Euphorbiaceae	Bellyache bush	<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	E	2
	Barbados nut	<i>Jatropha curcas</i> L.	E	6
Fabaceae	Sandalwood tree	<i>Adenanthera pavonina</i> L.	E	7
	Angico vermelho	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	N	2
	Pata de vaca	<i>Bauhinia curvula</i> Benth.	N	6
	Brazilwood	<i>Caesalpinia echinata</i> Lam.	N	3
	Ironwood	<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	N	2
	Sibipiruna	<i>Caesalpinia pluviosa</i> DC.	N	21
	Flamboyant-de-jardin	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	E	9
	Caneleiro	<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	N	5
	Golden shower	<i>Cassia fistula</i> L.	E	6
	Barreiro	<i>Chloroleucon tenuiflorum</i> (Benth.) Barneby & J. W. Grimes	N	3
	Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard	N	13
	Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	E	2
	Indian coral tree	<i>Erythrina variegata</i> L.	E	6
	Ice-cream bean	<i>Inga edulis</i> Mart.	N	1
	Manila tamarind	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb) Benth	E	19
Easter Cassia	<i>Senna pendula</i> var. <i>ambigua</i> H.S. Irwin & Barneby	N	14	
Siamese cassia	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H. S. Irwin & Barneby	E	5	
Tamarind	<i>Tamarindus indica</i> L.	E	6	

Continua...

Lamiaceae	Teak	<i>Tectona grandis</i> L. F.	E	1
Lythraceae	Crape myrtle	<i>Lagerstroemia indica</i> L.	E	16
Malpighiaceae	Acerola	<i>Malpighia glabra</i> L.	E	7
Malvaceae	Chinese hibiscus	<i>Hibiscos sinensis</i> Mill.	E	1
	Monguba	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	N	54
Meliaceae	Nimtree	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	E	333
Moraceae	Jack tree	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	E	2
	Ficus tree	<i>Ficus benjamina</i> (L.)	E	137
	Black mulberry	<i>Morus nigra</i> L.	E	3
Myrtaceae	Eucalyptus	<i>Eucalyptus</i> spp.	E	1
	Malay apple	<i>Eugenia malaccensis</i> (L.)	E	25
	Jabuticabeira	<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg) Kausel	N	1
	Common guava	<i>Psidium guajava</i> L.	E	9
	Water apple	<i>Syzygium aqueum</i> (Burm. f.) Alston	E	1
	Java plum	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	E	20
Nictaginaceae	Great bougainvillea	<i>Bougainvillea spectabilis</i> var. <i>glabra</i> (Choisy) Hook.	N	3
Rhamnaceae	Juá	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	N	1
Rubiaceae	Noni	<i>Morinda citrifolia</i> L.	E	2
Rutaceae	Sweet lime	<i>Citrus limettioides</i> Tanaka	E	2
	Lemon	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	E	7
	Mandarine	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	E	1
	Sweet Orange tree	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	E	10
	Orange jasmine	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	E	54
Salicaceae	Weeping willow	<i>Salix babylonica</i> L.	E	2
Sapindaceae	Maria mole	<i>Dilodendrom bipinnatum</i> Radlk	E	2
	Pitomba	<i>Talisia esculenta</i> (A. St.-Hil.) Radlk.	N	1
Sapotaceae	Sapoti	<i>Manilkara zapota</i> (L.) P. Royen	E	6

O: Origin; E: exotic N: native; N° I: Number of Individuals.

O: Origem; E: exótica e N: nativa; N° I: Número de Indivíduos.

According to the quantitative analysis, the families with the highest number of species were: Fabaceae, with eighteen species (26.1%); Apocynaceae and Myrtaceae, with six species each (8.7%); and Rutaceae, with five species (7.2%) (Table 1). Lima Neto (2014), in a study of urban tree planting in the city of Boa Vista - RR, found that the largest number of species (31) belonged to the Fabaceae family, corresponding to 34% of the total number of species identified. In another study, carried out by Silva (2015) in neighborhoods in Itacoatiara - AM, the Fabaceae Family also had the highest number of species, with 16.1% (5 species).

De acordo com a análise quantitativa, as famílias com maior número de espécies foram: Fabaceae, com dezoito espécies (26,1%); Apocynaceae e Myrtaceae, com seis espécies cada (8,7%); e Rutaceae, com cinco espécies (7,2%) (Tabela 1). Lima Neto (2014) em estudo da arborização urbana da cidade de Boa Vista - RR encontrou que, a maior quantidade de espécies (31) foi da Família Fabaceae, correspondendo a 34% do total de espécies identificadas. Em outro estudo, realizado por Silva (2015) em bairros de Itacoatiara - AM, a Família Fabaceae também obteve maior número de espécies, com 16,1% (5 espécies).

It is generally recommended that no more than 30% of species from the same botanical family should be used in urban forestry. Therefore, it can be inferred that the quantitative distribution of species from the same botanical family for the floristic composition of the central region of Imperatriz - MA is adequate.

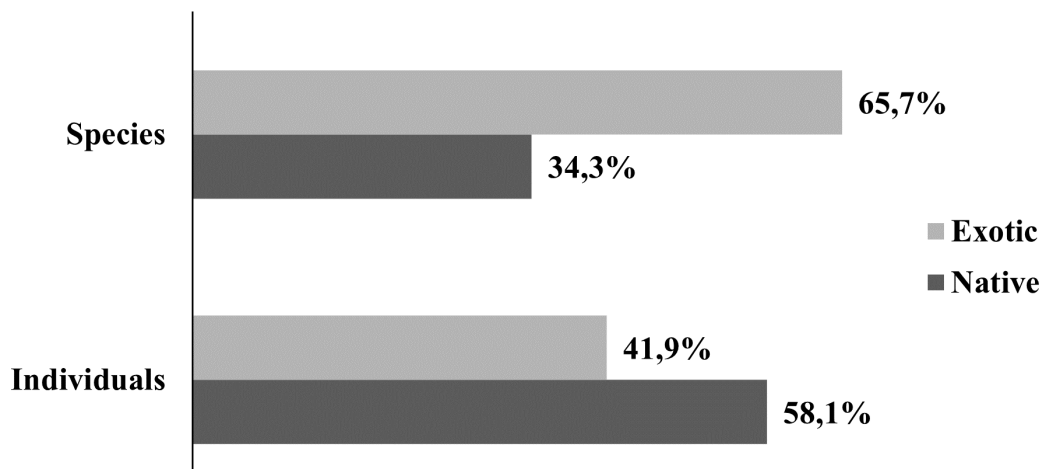
Regarding the number of individuals per botanical family, the ones with the highest numbers were Chrysobalanaceae, with 1147 trees (49.4%), Meliaceae, with 333 trees (14.4%), Moraceae, with 142 trees (6.1%) and Fabaceae, with 125 trees (5.6%) (Table 1). The percentages obtained does not differ from the values found by Silva (2015), where the Chrysobalanaceae Family, with only the *Moquilea tomentosa* species, had the highest number of individuals, 453 trees, around 80% of the total recorded

Of the species identified in the Imperatriz city inventory, 45 were exotic and 24 native to Brazil. Thus, 65.7% of the trees are exotic and 34.3% native (Figure 2). Despite the fact that Imperatriz municipality lies between the Amazon rainforest and Cerrado biomes (ecotone), exotic species dominate the urban tree plantings.

De praxe é recomendado que não se utilize, na arborização, mais que 30% de espécies da mesma família botânica. Dessa forma, pode-se inferir adequação na distribuição quantitativa de espécies da mesma família botânica para a composição florística da região central de Imperatriz - MA.

No que diz respeito ao número de indivíduos por família botânica, as que tiveram maior quantidade foram, Chrysobalanaceae, com 1147 árvores (49,4%), Meliaceae, com 333 árvores (14,4%), Moraceae, com 142 árvores (6,1%) e Fabaceae, com 125 árvores (5,6%) (Tabela 1). O percentual encontrado não difere dos valores encontrados por Silva (2015), onde a Família Chrysobalanaceae com apenas a espécie *Moquilea tomentosa*, obteve maior número de indivíduos, 453 árvores, cerca de 80% do total registrado.

Dentre as espécies identificadas no inventário na cidade de Imperatriz, observou-se que 45 são exóticas e 24 nativas do Brasil. Dessa forma, 65,7% das árvores têm origem exótica e 34,3% nativas (Figura 2). Apesar do município de Imperatriz estar entre os biomas floresta amazônica e cerrado (ecótono), há domínio de espécies exóticas na composição da arborização.



**Figure 2** - Native and exotic individuals and species percentage identified in Imperatriz city inventory.

(Source: Authors, 2023).

**Figura 2** - Porcentagem de indivíduos e espécies, exóticas e nativas, identificadas no inventário na cidade de Imperatriz.

Fonte: Autores, 2023.



Bortoleto *et al.* (2007) found similar data in the roadside afforestation of the Águas de São Pedro - SP tourist resort, 61.3% of exotic species and 38.7% of native species were found. This evidences the need to encourage the use of regional native flora, which is also recommended for the city of Imperatriz-MA.

The large number of exotic species reported in this study indicates a lack of responsibility on the part of society and a lack of technical information regarding the maintenance and conservation of native flora. It is common in Brazilian cities to use species that do not belong to the regional biome, not taking advantage of the regional native flora (CAMILO *et al.*, 2013), which is better adapted and sometimes more beautiful.

The use of native species in urban forestry has numerous advantages, such as minimizing the use of invasive exotic species, greater resistance to pests and a more diverse fauna (BIONDI; LEAL, 2008). In addition to facilitating management and reducing maintenance costs for urban tree planting, when it is assumed that species native to the region are better adapted to the soil and climatic conditions of their place of origin (SANTOS *et al.*, 2011).

As for the origin of the individuals, it was found that 41.9% (973) of the trees were exotic versus 58.1% (1348) native trees, with no significant difference between them (Figure 2). Motter and Müller (2012) found that most of the trees in Tuparendi-RS were exotic, with 63.2% and 36.8% native. In Guaxupé-MG, it was found that 55.1% (125) were exotic trees and 45% (102) were native Brazilian trees (CAMILO *et al.*, 2013).

Among the diversity of the 69 species, seven species account for 81% of the individuals. The most frequent were: Oiti (*Moquilea tomentosa*) with 49.4%, Indian Neem (*Azadirachta indica*) 14.4%, Ficus (*Ficus benjamina*) 5.9%, Mango (*Mangifera indica*) 3.8%, Myrtle (*Murraya paniculata*) 2.9%, Tropical Almond (*Terminalia catappa*) 2.3% and Monguba (*Pachira aquatica*) 2.3%. The other 62 species account for 19%. With regard to this reality, the frequency of individuals is too high for a small species group.

Dados semelhantes foram encontrados por Bortoleto *et al.* (2007) na arborização viária da Estância Turística do município de Águas de São Pedro - SP, onde constataram a ocorrência de 61,3% de espécies exóticas e 38,7% de espécies nativas, propondo a necessidade de incentivo do uso da flora nativa regional. O que também se recomenda para a Cidade de Imperatriz-MA.

A grande quantidade de espécies exóticas relatadas no presente estudo indica a carência de responsabilidade da sociedade em geral e falta de informação técnica, quanto à manutenção e conservação da flora nativa. De modo geral, é comum nas cidades brasileiras a não utilização de espécies nativas, com o uso de espécies que não pertencem aos biomas regionais, não usufruindo da flora regional (CAMILO *et al.*, 2013), mais adaptada e por vezes mais bela.

O uso de espécies nativas para integrar a arborização urbana, trazem numerosas vantagens, como: minimizar a utilização de espécies exóticas invasoras, maior resistência a pragas e dispor de uma fauna mais diversificada (BIONDI; LEAL, 2008). Além de facilitar o manejo e diminuir os custos de manutenção da arborização urbana, quando se conjectura que as espécies nativas da região estão melhores adaptadas às condições edafoclimáticas do seu local de origem (SANTOS *et al.*, 2011).

Quanto à origem dos indivíduos, constatou-se que há 41,9% (973) de árvores exóticas versus 58,1% (1348) de árvores nativas, sendo que não há diferença expressiva entre elas (Figura 1). Motter e Müller (2012) verificaram que a arborização de Tuparendi-RS é composta em sua maioria por indivíduos exóticos com 63,2 e 36,8% de indivíduos nativos. Em Guaxupé-MG, foi verificado que 55,1% (125) são árvores exóticas e 45% (102) são árvores brasileiras (nativas) (CAMILO *et al.*, 2013).

Dentre a diversidade de 69 espécies, sete espécies representam 81% dos indivíduos. As mais frequentes foram: Oiti (*Moquilea tomentosa*) com 49,4%, Nim Indiano (*Azadirachta indica*) 14,4%, Ficus (*Ficus benjamina*) 5,9%, Mangueira (*Mangifera indica*) 3,8%, Murta (*Murraya paniculata*) 2,9%, Amendoeira (*Terminalia catappa*) 2,3% e Monguba (*Pachira aquatica*) 2,3%. Sendo que as outras 62 espécies correspondem a 19%. No tocante a essa realidade, a frequência de indivíduos é demasiada para um pequeno grupo de espécies.

In a study of the sidewalks in a Curitiba (PR) neighborhood, Lima Neto (2014) pointed out that the high number of species and the low frequency corroborate the hypothesis that most of the planting was done by residents and not by the city government. The percentage found is similar to other studies carried out in Brazilian cities, such as: Aracaju - SE, where 10 species comprised 86% of the total number of individuals (SANTOS *et al.*, 2011); Santa Maria - RS, where seven species accounted for 61% of the trees (SZYMCZAK *et al.*, 2013); Tuparendi - RS, where only six species accounted for 64% of the individuals (MOTTER; MULLER, 2012).

The data found in this study reveals that there are improprieties in the urban forestry. Compared to other cities, Imperatriz -MA has a disharmonious distribution of species, and this correlation needs to be improved. Grey and Deneke (1986) state that the frequency of a single species should not exceed 15%, thus, *Moquilea tomentosa* (oiti) has a frequency that far exceeds the authors' recommendation.

Figure 3 shows that *M. tomentosa* accounts for 49.4% of the total. From the seven most common species, only *Pachira aquatica* occurs naturally in the region and should be used with caution on urban sidewalks due to the weight of its fruit. As a result, the floristic composition of Imperatriz city tends towards *M. tomentosa*.

Em estudo sobre as calçadas em um bairro de Curitiba – PR, Lima Neto (2014) apontam que a elevada quantidade de espécies e a acanhada frequência, corroboram a hipótese de que a maioria dos plantios tenha sido feito por moradores e não pela prefeitura. O percentual encontrado é similar a outros estudos realizados em cidades brasileiras, tais como: Aracaju – SE, onde 10 espécies compreendiam 86% do total de indivíduos (SANTOS *et al.*, 2011); Santa Maria - RS, onde sete espécies correspondam a 61% das árvores (SZYMCZAK *et al.*, 2013); Tuparendi - RS, onde apenas seis espécies representavam 64% dos indivíduos (MOTTER; MULLER, 2012).

Os dados encontrados, nesse estudo, revelam que há impropriedades na arborização urbana. Quando comparada com outras cidades, Imperatriz -MA possui distribuição de espécies desarmônica, precisando melhorar essa correlação. Grey e Deneke (1986) estabelecem que a frequência de uma única espécie não ultrapasse 15%, portanto, *Moquilea tomentosa* (oiti) possui frequência excedente a recomendação dos autores.

De acordo com a Figura 3 pode-se observar que a *M. tomentosa* corresponde a 49,4% do total e das sete espécies de maior ocorrência somente a *Pachira aquática* ocorre naturalmente na região, devendo ser utilizada com cautela em passeios urbanos devido ao peso de seus frutos. Por conseguinte, a composição florística da cidade de Imperatriz – MA está tendente, basicamente, em *M. tomentosa*.

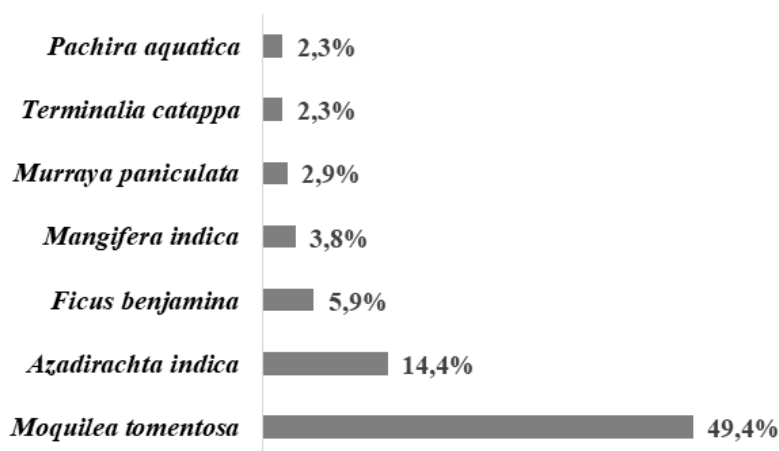


Figure 3 - Frequencies of the seven most representative species in the Imperatriz city inventory.

*Figura 3 - Frequências das sete espécies, com maior representatividade no inventário da cidade de Imperatriz.*

*M. tomentosa* (oiti) species has been widely used in urban forestry in Brazil due to its leafy, evergreen crown (RUFINO *et al.*, 2019). As a result of their homogeneity, *M. tomentosa* trees are more susceptible to phytopathogens (pests or diseases) attacks. Infestation can lead to the death of the species and, consequently, reduce the number of trees in the city. In addition, as it is a medium-sized species (6 to 15 m), it can cause problems in terms of breaking up sidewalks, clogging up curbs and gutters and generating conflict with electrical wiring (LORENZI, 2008). Its natural habitat is the Atlantic rainforest, which differs from the biome found in the Imperatriz-Ma region.

*M. tomentosa* also had a higher frequency of individuals in the Itacoatiara city tree survey and is easily found in other floristic surveys throughout Brazil, such as: Estância de Águas de São Pedro-SP (BORTOLETO *et al.*, 2007) and Aracaju - SE (SANTOS *et al.*, 2011).

The *Azadirachta indica*, an exotic invasive species has become a problem in urban forestry. Already naturalized in Brazil (MORO *et al.*, 2013), the species is commonly used in afforestation due to the little knowledge of the population and authorities regarding the bioinvasion of exotic species. In addition, Nimtree has been disseminated by the public authorities (RUFINO *et al.*, 2019), being produced by Imperatriz city hall and donated to the population, to the detriment of native species, which resulted in a large number of these individuals in the city.

From a comprehensive and generalized perspective of the urban forestry of Brazilian cities, there is a relative homogeneity in the use of certain species, generating limited diversity, with the majority being concentrated in a small number of species.

With regard to the census, another noteworthy piece of information is that 30 species have fewer than five individuals in the entire study area. This emphasizes the fact that urban forestry in large cities is still made up of few species. According to Motter and Müller (2012), the urban afforestation of Tuparendi-RS has 18 species, but with fewer than five individuals per species. The morphometric parameters analysis of the seven most representative species in the central area of Imperatriz-MA showed that the tropical almond, mango and monguba trees are the largest, respectively (Table 2).

A espécie *M. tomentosa* (oiti) tem sido amplamente usada na arborização de ruas, no Brasil, em virtude da sua copa frondosa e perene (RUFINO, *et al.*, 2019). Devido à homogeneidade, as árvores de *M. tomentosa* estão mais suscetíveis ao ataque de fitopatógenos (pragas ou doenças). A infestação pode levar a morte da espécie e, conseqüentemente, diminuir o número de árvores da cidade. Além disso, por ser uma espécie de médio porte (6 a 15 m), pode causar problemas relativos à quebra de calçadas, entupimento de guias e calhas e conflito com a fiação elétrica (LORENZI, 2008). Seu habitat natural é a floresta ombrófila de mata atlântica, diferente do bioma encontrado na região da cidade de Imperatriz-Ma.

A *M. tomentosa*, também, apresentou maior frequência de indivíduos no levantamento da arborização da cidade de Itacoatiara e é facilmente encontrada em outros levantamentos florísticos em todo o Brasil, como: Estância de Águas de São Pedro-SP (BORTOLETO *et al.*, 2007) e Aracaju – SE (SANTOS *et al.*, 2011).

A espécie *Azadirachta indica* tem se tornado um problema na arborização urbana, invasora e já naturalizada no Brasil (MORO *et al.*, 2013), é comumente utilizada na arborização pelo pouco conhecimento da população e autoridades em relação a bioinvasão de espécies exóticas. Além disso, o Nim indiano vem sendo disseminado pelo poder público em geral (RUFINO, *et al.*, 2019), sendo produzido e doado pela prefeitura municipal de Imperatriz para a população, em detrimento das espécies nativas, ocasionando grande número desses indivíduos na cidade.

Numa perspectiva abrangente e generalizada da arborização de cidades brasileiras, constata-se relativa homogeneidade quanto ao uso de certas espécies, gerando a limitada diversidade, concentrando-se a maioria em um número pequeno de espécies.

No tocante ao censo, outra informação notável é que 30 espécies apresentam menos que cinco indivíduos em toda a área de estudo, intensificando o fato de que a arborização urbana de grandes cidades ainda é composta por poucas espécies. Conforme Motter e Müller (2012), a arborização urbana de Tuparendi-RS tem 18 espécies, mas com menos de cinco indivíduos por espécie. A análise dos parâmetros morfométricos das sete espécies mais representativas da área central de Imperatriz-MA mostra que amendoeira, mangueira e monguba possuem o maior porte respectivamente (Tabela 2).

**Table 2** - Morphometric parameters of the seven most frequent species**Tabela 2** - Parâmetros morfométricos das sete espécies de maior frequência

Common Name	Scientific Name	Ht (m)	Hb (m)	Hc (m)	DBH (cm)
Oiti	<i>Moquilea tomentosa</i>	4,4	0,7	1,8	13,0
Nimtree	<i>Azadirachta indica</i>	4,6	1,0	2,4	16,5
Ficus tree	<i>Ficus benjamina</i>	5,2	1,0	2,1	24,9
Mango tree	<i>Mangifera indica</i>	9,1	1,5	2,4	41,7
Tropical Almond	<i>Terminalia catappa</i>	10,8	2,6	2,8	35,2
Monguba	<i>Pachira aquatica</i>	6,4	1,5	2	32,6
Orange Jasmine	<i>Murraya paniculata</i>	3,1	0,5	1,4	12,9
<b>Total</b>		<b>6,2</b>	<b>1,2</b>	<b>2,1</b>	<b>25,3</b>

Note: Ht: Total Height total; Hb: Height of bifurcation Hc: Crown Height; DBH: Diameter at Breast Height.

Nota: Ht: Altura total; Hb: altura de bifurcação Hc: altura de copa; DAP: diâmetro altura do peito.

The average total height of the most representative species in the studied area was 6.2 m, the height of the first bifurcation was 1.2 m, the crown height was 2.1 m, and the average DBH was 0.25 m. Ideally, the bifurcation of trees should be above 2.0 m, to avoid accidents with pedestrians and provide free transit for vehicles due to crown projection. This height can be achieved through proper urban forestry management, by selecting species with initial natural pruning or by conduction pruning in the first years of the trees.

*Pachira aquatica* species has a discrepant DBH in relation to its height, which is a natural morphometric characteristic of some species of the Malvaceae family, also known as *barriguda* (big belly tree), unsuitable for small sidewalks.

In the inventory carried out on a Santa Maria (RS) city neighborhood by Szymczak *et al.* (2013), the average total height of the most frequent individuals was 4.8 m, bifurcation height 1.0 m, crown insertion height 2.3 m and DBH 0.12 m. In a neighborhood in the city of Belo Horizonte – MG, Silva and Silva (2012) found that the average height of the trees was 8.4 m and the average diameter was 0.26 m.

A altura total média dos indivíduos das espécies de maior representatividade na arborização da área estudada foi de 6,2 m, altura da primeira bifurcação de 1,2 m, altura de copa de 2,1 m, e DAP médio de 0,25 m. O ideal é que a bifurcação das árvores esteja acima de 2,0 m, para evitar acidentes com transeuntes e proporcionar trânsito livre a veículos em decorrência de projeção de copa. Essa estatura pode ser alcançada por meio do manejo adequado da arborização urbana desde a utilização de espécies com desrama natural inicial como também com podas de condução no primeiro ano de idade.

A espécie *Pachira aquatica* apresenta DAP discrepante em relação a sua altura, sendo uma característica morfométrica natural de algumas espécies da família Malvaceae, também conhecida como barrigudas, inadequada para passeios de pequenas dimensões.

No inventário realizado por Szymczak *et al.* (2013) em vias de um bairro da cidade de Santa Maria - RS, a altura total média dos indivíduos mais frequentes foi de 4,8 m, altura da bifurcação de 1,0 m, altura de inserção da copa de 2,3 m e DAP de 0,12 m. Silva e Silva (2012) verificaram que a altura média das árvores foi de 8,4 m e o diâmetro médio de 0,26 m para um bairro da cidade de Belo Horizonte - MG.

In terms of height, *Moquilea tomentosa*, *Azadirachta indica*, *Ficus benjamina*, *Murraya paniculata* and *Pachira aquatica* are less than 6.5 m high, while only *Mangifera indica* and *Terminalia catappa* are higher than indicated, which theoretically conflict with the electricity grid. This is due to the environmental agency and its pruning system, which prioritizes lowering the crown so that the branches do not reach the electricity grid, or to residents who prune the trees themselves.

The data shows that the main species used in Imperatriz's urban forestry are young plants that could still be better managed, as well as mature plants with a large stem diameter that have been pruned, reducing their height-influenced size. Choosing smaller species would decrease this problem. For Quissindo *et al.* (2016), the use of small species is indicated for narrow sidewalks and where there is an electrical network, resulting in cost savings with drastic pruning and future replacements.

The removing large trees when houses, buildings, pavements or other conflicts that cannot be resolved through pruning is to plant new individuals to replace them, thus the urban tree planting becomes younger and more appropriate to the size of the area (SZYMCZAK *et al.*, 2012).

The results obtained from the crown analysis of the trees inventoried in Imperatriz reflect the wide range of crown areas and variable shapes of the species present in the trees planted (Table 3).

Em relação à altura dos indivíduos *Moquilea tomentosa*, *Azadirachta indica*, *Ficus benjamina*, *Murraya paniculata* e *Pachira aquatica* possuem altura inferior que 6,5 m, apenas *Mangifera indica* e *Terminalia catappa* estão acima do indicado, as quais teoricamente sofrem conflito com a rede elétrica. Isso se deve ao órgão ambiental que realiza a poda, que preza pelo rebaixamento da copa para que os galhos não atinjam a rede elétrica, ou aos moradores que fazem a poda das árvores por conta própria.

Os dados demonstram que as principais espécies utilizadas na arborização de Imperatriz são de plantas jovens que ainda podem ser melhor conduzidas, como também plantas na fase adulta com elevado diâmetro de fuste, mas passaram por podas que reduziram sua estatura. Optar por espécies de porte menor reduziria esse problema. Para Quissindo *et al.* (2016), o uso de espécies de pequeno porte é indicado para calçadas estreitas somado a presença de rede elétrica, prevendo economia em custos com condução, podas e possível substituição.

A retirada de árvores de grande porte devido: construção de casas, prédios, asfaltamento ou outros conflitos sem solução por meio de podas, proporcionam plantios de novos indivíduos em substituição, e assim a arborização urbana se torna mais jovem e adequada as dimensões de vivência (SZYMCZAK *et al.*, 2012).

Os resultados obtidos com a análise da copa das árvores inventariadas na cidade de Imperatriz refletem a grande extensão de áreas de copa e formas variáveis com as espécies presentes na arborização de ruas (Tabela 3).

**Table 3** - Diameter and average crown area of the seven most common tree species in the city of Imperatriz-Ma

**Tabela 3** - Diâmetro e Área média da copa das sete espécies de maior frequência na arborização da cidade de Imperatriz-Ma

Common Name	Scientific Name	ACD (m)	ACA (m <sup>2</sup> )
Oiti	<i>Moquilea tomentosa</i>	3,79	11,26
Nimtree	<i>Azadirachta indica</i>	3,59	10,13
Ficus tree	<i>Ficus benjamina</i>	4,14	13,44
Mango tree	<i>Mangifera indica</i>	8,02	50,48
Tropical Almond	<i>Terminalia catappa</i>	9,45	70,07
Monguba	<i>Pachira aquatica</i>	5,53	24,03
Orange Jasmine	<i>Murraya paniculata</i>	2,52	4,99
<b>Total</b>		<b>5,29</b>	<b>26,34</b>

Note: ACD: Average crown diameter; ACA: Average crown area.

Nota: DMC: Diâmetro médio da copa; AMC: Área média da copa.



*Terminalia catappa* (Tropical Almond) and *Mangifera indica* (Mango tree) species showed the greatest average diameter (AD) and average crown area (ACA), as the majority of these individuals are adults and also have the greatest diameter at breast height. Notably, the two species with the highest occurrence in the city, *Moquilea tomentosa* and *Azadirachta indica*, have the lowest crown values. Undoubtedly due to most of them still being young and because they are located in unsuitable places, which requires pruning. That is especially done in circular to elliptical shapes aimed solely at aesthetic attributes, although they could contribute with a larger crown area, while obeying total spatiality criteria seeking environmental and social benefits.

According to Silva *et al.* (2018), 877 trees in the same study area in Imperatriz are in conflict with infrastructure. *Moquilea tomentosa* and *Azadirachta indica* species are present on frequent conflicts with buildings, poles and garages. In an analysis of the urban forestry of Boa Vista-RR, Lima Neto (2014), found the results contrasting to the ones presented here. *L. tomentosa* species had the largest crown area, with an average area of 90.71 m<sup>2</sup>. According to Lorenzi (2008) *L. tomentosa*, which was the most common species in the city, has satisfactory results in terms of shading, due to the characteristics of its crown.

In addition to the distinct characteristics of each species, Bobrowski (2014) pointed out, that the crown area dynamics is also influenced by the type and intensity of pruning. Furthermore, according to the same author, the intensity of pruning interventions varies from species to species. However, they are also greatly affected by the specifics of the urban structure, which can considerably limit the development of larger species or those with a larger crown area.

The general average found for ACD was 5.37 m (Table 3). Bobrowski and Biondi (2012), when studying the crown area of street trees in Curitiba-PR, found that the ACD was around 4.0 m for most individuals. Silva (2015) considers that ACDs that extend up to 1.5 m over the street are convenient because they do not get in the way of tall vehicles or make it difficult to see road signs. On the other hand, this situation can be unfavorable in terms of providing shade for parked vehicles (MAZIOLI, 2012). It is therefore desirable for the diameter of the tree crown to be within a range that favors both situations.

As espécies *Terminalia catappa* (Amendoeira) e *Mangifera indica* (Mangueira) apresentaram maior diâmetro médio (DMC) e área média da copa (AMC), pois a maioria desses indivíduos dessas espécies são adultos, também apresentando maior diâmetro a altura do peito. Notoriamente, as duas espécies com maior ocorrência na cidade, *Moquilea tomentosa* e *Azadirachta indica* têm os menores valores referente a copa, perceptível por serem majoritariamente jovens e por alocação em locais inadequados havendo necessidade de poda, principalmente, em formas circulares a elípticas visando apenas atributos estéticos enquanto poderiam contribuir com maior área de copa obedecendo critérios de espacialidade total em decorrência de conflitos buscando benefícios ambientais e sociais.

Segundo Silva *et al.* (2018), 877 árvores na mesma área de estudo, em Imperatriz, estão em conflitos com a infraestrutura, sendo frequentes conflitos com imóveis, postes e garagem, associados às espécies *Moquilea tomentosa* e *Azadirachta indica*. Lima Neto (2014), em uma análise da arborização urbana de Boa Vista-RR, encontrou resultado contrário ao do presente estudo. Onde a espécie *L. tomentosa* obteve a maior área de copa, com uma área média de 90,71 m<sup>2</sup>. Segundo Lorenzi (2008), *L. tomentosa* foi a espécie mais frequente na cidade, com resultados satisfatórios quanto ao sombreamento, pelas características da copa.

Bobrowski (2014) esclareceu que, além das particularidades distintas de cada espécie, a dinâmica da área de copa também é influenciada pelo tipo e intensidade das podas realizadas, que alteram arquitetura, forma e área da copa. Além do mais, consoante o mesmo autor, a intensidade de intervenções por poda é alterável conforme as espécies. No entanto, também são muito afetadas pelas especificidades da estrutura urbana que pode limitar consideravelmente o desenvolvimento de espécies de maior porte ou com maior projeção de área de copa.

A média geral encontrada para o DMC foi de 5,37 m (Tabela 3). Bobrowski e Biondi (2012), estudando a área de copa na arborização de ruas de Curitiba-PR, encontraram DMC das árvores em cerca de 4,0 m para a maioria dos indivíduos. Silva (2015) considera que DMC que avança até 1,5 m sobre a rua, são consideradas convenientes por não atrapalharem o trânsito de veículos altos e nem dificultar a visualização da sinalização das vias públicas. Em contrapartida, essa situação pode ser desfavorável em relação ao fornecimento de sombra para os veículos estacionados (MAZIOLI, 2012). Dessa maneira, é desejável que o diâmetro da copa das árvores esteja dentro de uma amplitude que possa favorecer ambas as situações.

Regarding the crown area dynamics analyzed for the most frequent species and for the total street tree planting, it was observed that the average value of the ACD identified in the Imperatriz urban forestry (Table 3) is within an acceptable range. This is probably due to the frequency of pruning carried out whenever individuals were in conflict with the electricity grid, lampposts, bus stops and buildings (SILVA *et al.*, 2018).

The ACA found for the seven most representative species was 26.83 m<sup>2</sup> (Table 3). However, this value was higher for some species and lower for others, which did not influence the final average value because they had fewer individuals. The result obtained for ACA can be considered low compared to other municipalities.

In the city of Itacoatiara-AM, this average total crown area of the ten most frequent species was 32.02 m<sup>2</sup> (SILVA, 2015). In the city of Boa Vista, this average total crown area was 63.29 m<sup>2</sup> (LIMA NETO, 2014). The participation of species in coverage percentages is a favorable and essential factor for urban forestry planners. Based on the objectives of urban afforestation, species can be encouraged or prioritized according to the degree of projection of their canopy and their contribution to shading. In addition, conflicts with equipment and urban infrastructure can be avoided when the crown area and projection maximum limits (LIMA NETO, 2014) are known, and also their morphometric relationships.

It is recommended to plant native species with appropriate morphometry to the space, reducing management costs, while at the same time managing the existing tree component. This provides maximum canopy area and tall forked trunks, taking up less space on sidewalks, which allows for greater mobility and avoids conflicts with urban infrastructure.

Com relação à dinâmica da área de copa analisada para as espécies mais frequentes e para o total da arborização de ruas, observou-se que o valor médio do DMC identificado na arborização de Imperatriz (Tabela 3) encontra-se dentro de um intervalo aceitável. Isso, provavelmente, ocorre devido frequência na poda efetuada sempre que os indivíduos apresentavam conflito com a rede elétrica, postes de iluminação, ponto de ônibus e construções (SILVA *et al.*, 2018).

A AMC, encontrada para as sete espécies com maior representatividade, foi de 26,83 m<sup>2</sup> (Tabela 3). Não obstante, esse valor teve variação, sendo superior para algumas espécies e inferior para outras, que por apresentarem menor número de indivíduos não influenciaram no valor médio final. O resultado obtido para AMC pode ser considerado baixo se comparado com outros municípios.

Na cidade de Itacoatiara-AM, o valor da área média total das copas das dez espécies mais frequentes foi de 32,02 m<sup>2</sup> (SILVA, 2015). Já para a cidade de Boa Vista, esse valor foi de 63,29 m<sup>2</sup> (LIMA NETO, 2014). A participação das espécies nos percentuais de cobertura da área urbana é um fator imprescindível para os projetos de arborização municipal. A partir dos objetivos da arborização urbana pode-se incentivar ou priorizar espécies de acordo com o grau de projeção da sua copa e sua contribuição para o sombreamento. Ademais, conflitos com equipamentos e a infraestrutura urbana podem ser evitados quando se conhece os limites máximos de área e projeção da copa (LIMA NETO, 2014) e relações morfométricas.

Recomenda-se a implantação de espécies nativas com morfometria adequada ao espaço, reduzindo custos referentes ao manejo, concomitantemente manejando o componente arbóreo existente proporcionando máxima área de copa e fustes com bifurcações altas ocupando menor espaço em passeios para maior mobilidade evitando conflitos com a infraestrutura urbana

## CONCLUSIONS

The central region of Imperatriz is overgrown with *Moquilea tomentosa* (Chrysobalanaceae) and there is a dominance of exotic species in the floristic composition, especially *Azadirachta indica*, which should be gradually replaced due to its invasive potential;

The city's afforestation can be considered young, with recent plantings, and also composed of plants in the adult stage that are inadequately managed.

## ACKNOWLEDGEMENTS

ELAS – Empresa Latino-Americana de Sustentabilidade LTDA.

## CONCLUSÕES

A região central de Imperatriz é composta, demasiadamente, por *Moquilea tomentosa* (Chrysobalanaceae) e há dominância de espécies exóticas na composição florística, em especial *Azadirachta indica*, que deve ser, paulatinamente, substituída devido seu potencial invasor;

A arborização da cidade pode ser considerada jovem com plantios recentes e também composta por plantas na fase adulta manejadas inadequadamente.

## AGRADECIMENTOS

ELAS – Empresa Latino-Americana de Sustentabilidade LTDA.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

---

ANGELO, D. H. Índices espaciais e de diversidade Florística das Zonas Central e Residencial Central de Imperatriz-MA. Dissertação - Pós-graduação em ciências Florestais e Ambientais –Universidade Federal do Tocantins. Gurupi – TO, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/674>

ANGELO, D. H.; ARRUDA, A. A.; SCHNEIDER, C. R.; GIRARDI, E.; DOS SANTOS, A. F.; ARCE, J. E. Forestry inventory processes for evaluation of urban arboration in the central region of Imperatriz–MA. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, n. 1, p. 547-559, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n1-049>

BIONDI, D.; LEAL, L. Caracterização das plantas produzidas no Horto Municipal da Barreirinha - Curitiba / PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 20-36, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v3i2.66340>

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000400005>

BOBROWSKI, R.; LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de Tipuana tipu (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 281-289, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509810540>

BOBROWSKI, R. Gestão da arborização de ruas: ferramentas para o planejamento técnico e participativo. Tese (doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BORTOLETO, S.; SILVA FILHO, D. F.; LIMA, A. M. L. P. Prioridades de manejo para a arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP, por setores. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, p. 62-73, 2006.

- BORTOLETO, S. F.; SOUZA, D. F.; FERREIRA, V. C.; POLIZEL, M. D.; RIBEIRO J. L.; Composição e distribuição da arborização viária da estância de Águas de São Pedro-SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 3, p. 32-46, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v2i3.66327>
- CAMILO, G. P.; BREGAGNOLI, M.; SOUZA, C. A. S. Levantamento da biodiversidade florística da arborização urbana em Guaxupé - Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v5n12013431>
- CÁSSIA G. R; HENKES, J. A. A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 1, n. 2, p. 55-81, 2012. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v1e2201255-81>
- GREY, G. W.; DENEKE, F. J. Urban forestry. New York: John Wiley & Sons, 1986. 279 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama da cidade de Imperatriz – Maranhão. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ma/imperatriz/panorama>>. Acesso em: abril de 2017.
- LIMA NETO, E. M. Índices e métricas para a gestão das árvores de rua de Boa Vista-RR a partir de cadastro espacial. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- LIMA, D. S.; SANTOS, G. A.; SILVA, F. V.; GOMES, J. M.; SANTOS, D. P.; ANGELO, D. H.; COSTA, N. S. L.; RAABE, J.; CARNEIRO, F. S.; AMORIM, M. B.; PINHEIRO, K. A. O. Analysis of road afforestation in the riverside neighborhood of the city of Imperatriz-MA. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e20011422599, 2022. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.22599>
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. v.1. 368p.
- MAZIOLI, B. C. Inventário e diagnóstico da arborização urbana de dois bairros da cidade de Cachoeiro do Itapemirim, ES. Trabalho de conclusão de curso, Jerônimo Monteiro, ES, 2012. Disponível em: <[http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc\\_bruno\\_collodetti\\_mazioli.pdf](http://www.florestaemadeira.ufes.br/sites/florestaemadeira.ufes.br/files/field/anexo/tcc_bruno_collodetti_mazioli.pdf)>. Acesso em: agosto de 2022.
- MORO M.F.; WESTERKAMP, C.; MARTINS, F. R. Naturalization and potential impact of the exotic tree *Azadirachta indica* A.Juss. in Northeastern Brazil. **Check List** 9: 153-156, 2013.
- MOTTER, N.; MULLER, N.T.G. Diagnóstico da arborização urbana no município de Tuparendi-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 4, p. 27-36, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v7i4.66541>
- PEREIRA, J. A.; SILVA, I. O.; GOMES, J. M.; ANGELO, D. H.; COSTA, N. S. L. Estrutura e Dinâmica da Floresta Urbana das Zonas Central e Residencial Central de Imperatriz-Ma. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 436-457, 2020.
- QUISSINDO, I. A. B.; OCONOR, E. F.; LUNA, D. P. Avaliação da vegetação arbórea nas principais ruas da cidade do Huambo-Angola. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 11, n. 1, p. 43-57, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i1.63237>
- ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 4, p. 473-480, 2009. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098901>
- RUFINO, M. R. SILVINO, A. M. Exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. **Rodriguésia**, v. 70, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201970051>
- SANTOS, C.; FERREIRA, R.; SANTOS, L.; SANTOS, L.; GRACA, D.; GOMES, S.; BOSCHESSE, A. Composição florística de 25 vias públicas de Aracaju-SE. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, n. 2, p. 123-141, 2011.

SILVA, R. V.; ANGELO, D. H.; ARRUDA, A. A.; SILVA, W. A. Análise dos principais conflitos e espécies inadequadas presentes na arborização viária na região central do município de Imperatriz (MA). **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 13, n. 2, p. 47-61, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v13i2.63656>

SILVA, A. G.; SILVA, A. G. Inventário qualitativo de espécies arbóreas e arbustivas em praças do bairro floresta na cidade de Belo Horizonte-MG. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 14, p. 1291-1298, 2012.

SILVA, T. P. Diagnóstico quantitativo e morfometria da arborização urbana nos bairros pedreiras e colônia, Itacoatiara, Amazonas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. Itacoatiara – AM, 2015. Disponível em: < <https://professoraibg.files.wordpress.com/2016/02/projeto-taciane.pdf> >. Acesso em: agosto de 2016.

ZYMCZAK, D. A.; BRUN, F. G. K.; BRUN, E. J.; NAVROSKI, M. C.; LONDERO, E.K. Arborização de vias públicas do bairro Camobi, Santa Maria, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1611-1625, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/223611706207>