

# EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM ESPAÇOS URBANOS: UMA EXPERIÊNCIA EXTENSIONISTA COM USO DE QR CODES NA ARBORIZAÇÃO PÚBLICA

## ENVIRONMENTAL EDUCATION IN URBAN SPACES: AN OUTREACH EXPERIENCE USING QR CODES FOR PUBLIC TREE IDENTIFICATION

Submissão:  
27/06/2025  
Aceite:  
22/10/2025

Bruna Alves da Silva <sup>1</sup>  <https://orcid.org/0009-0003-6926-1700>

Railton Moraes Oliveira <sup>2</sup>  <https://orcid.org/0009-0002-6873-2761>

Argel Costa Souza <sup>3</sup>  <https://orcid.org/0009-0002-2680-4667>

Joabel Raabe <sup>4</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-6797-151X>

Michael Douglas Roque Lima <sup>5</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-4789-1205>

Naize Santos Alves <sup>6</sup>  <https://orcid.org/0009-0009-2920-7703>

### Resumo

O presente trabalho de extensão universitária teve como objetivo disponibilizar informações à comunidade sobre as espécies arbóreas presentes na Praça União do município de Imperatriz – MA, por meio da instalação de placas com QR Codes, como estratégia de promoção da educação ambiental e também para levantar a quantidade de espécies presentes na praça. As placas fornecem dados como nome científico, origem, morfologia e curiosidades, aproximando a população da biodiversidade local. Foram catalogados 83 indivíduos pertencentes a 24 espécies, distribuídas em 17 famílias botânicas, sendo 58,3% nativas. As análises dendrométricas incluíram altura, circunferência e área de sombreamento, que cobrem 4.253,63 m<sup>2</sup>, correspondendo a 75% da praça. O índice de Shannon-Weaver revelou diversidade moderada ( $H' = 2,53$ ) e a equabilidade de Pielou indicou distribuição relativamente homogênea das espécies florísticas ( $J = 0,79$ ). A iniciativa integrou tecnologia e sustentabilidade, promovendo sensibilização ambiental, visibilidade acadêmica e valorização da arborização urbana como instrumento de conservação.

**Palavras-chave:** Arborização urbana; Conscientização; Educação ambiental; Extensão universitária.

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL) [brunasilva.20180034174@uemasul.edu.br](mailto:brunasilva.20180034174@uemasul.edu.br)

<sup>2</sup> Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL [railtonoliveira.20180041052@uemasul.edu.br](mailto:railtonoliveira.20180041052@uemasul.edu.br)

<sup>3</sup> Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL [argelsousa.20200003162@uemasul.edu.br](mailto:argelsousa.20200003162@uemasul.edu.br)

<sup>4</sup> Professor na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL [joabel.raabe@uemasul.edu.br](mailto:joabel.raabe@uemasul.edu.br)

<sup>5</sup> Professor na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL [michael.lima@uemasul.edu.br](mailto:michael.lima@uemasul.edu.br)

<sup>6</sup> Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL [naizealves.20180041339@uemasul.edu.br](mailto:naizealves.20180041339@uemasul.edu.br)

## Abstract

This university outreach project aimed to provide the community with information about the tree species found in Praça União (União Square), located in the municipality of Imperatriz, state of Maranhão (Brazil), through the installation of signs with QR Codes as a strategy to promote environmental education and to survey the number of existing species in the square. The signs provide data such as scientific name, origin, morphology, and curiosities, bringing the population closer to local biodiversity. A total of 83 individual trees were cataloged, belonging to 24 species distributed among 17 botanical families, with 58.3% being native species. Dendrometric analyses included height, circumference, and shading area, which covered 4,253.63 m<sup>2</sup>, corresponding to 75% of the square. The Shannon-Weaver index revealed moderate diversity ( $H' = 2.53$ ), and Pielou's evenness index indicated a relatively homogeneous distribution of floristic species ( $J = 0.79$ ). The initiative integrated technology and sustainability, promoting environmental awareness, academic visibility, and the appreciation of urban afforestation as a tool for conservation.

**Keywords:** Urban afforestation; Awareness; Environmental education; University outreach.

## Introdução

As praças urbanas são tradicionalmente espaços de convivência e lazer, nos quais as pessoas encontram oportunidades de descanso e interação social. A vegetação presente nesses ambientes não apenas embeleza a paisagem urbana, mas também contribui significativamente para a qualidade ambiental e o bem-estar coletivo (Bonametti, 2020). Ao tornarem os espaços mais naturais e agradáveis, favorecem hábitos saudáveis, como a prática de atividades físicas, contribuem para a prevenção de doenças crônicas, como as cardiovasculares, e melhoram a qualidade de vida social (Vasconcelos, 2024).

Além desses benefícios, as praças podem funcionar como espaços de aprendizado, especialmente no que diz respeito ao conhecimento sobre as espécies arbóreas. A disponibilização de informações sobre essas espécies transforma a experiência dos frequentadores, ampliando sua compreensão e a valorização da flora local (Silva et al., 2022; Rodrigues; Silva, 2016). Esse contato direto com a vegetação desperta a consciência sobre a importância da preservação ambiental, incentiva o cuidado com a biodiversidade urbana e estimula uma visão mais crítica sobre o meio ambiente (Rici; Figueiredo, 2023).

Apesar desse potencial formativo, grande parte da população ainda mantém uma relação distante com o mundo vegetal. Segundo o IBGE (2025), mais de 114,9 milhões de brasileiros vivem em ruas com a presença de árvores. No entanto, esse contato visual cotidiano não tem sido suficiente para promover uma real aproximação com a vegetação. Isso evidencia a persistência da chamada “cegueira botânica”, termo cunhado por Wandersee e Schussler (1999) para descrever a dificuldade

das pessoas em reconhecer a presença e a importância das plantas em suas vidas. Estudos recentes apontam que essa percepção limitada contribui para o descuido com a natureza, especialmente em contextos urbanos (Parsley, 2020; Silva; Brito; Purificação, 2024).

Para reduzir essa impercepção botânica e fortalecer os processos de ensino-aprendizagem, as tecnologias digitais têm se mostrado ferramentas indispensáveis (Fantin et al., 2024). Com o avanço da modernização e a ampla difusão dos smartphones, o aprendizado móvel, caracterizado pelo uso de dispositivos móveis no apoio ao ensino, tem se destacado por aproveitar a alta portabilidade e acessibilidade dessas tecnologias (Teleco, 2009; Feser, 2014).

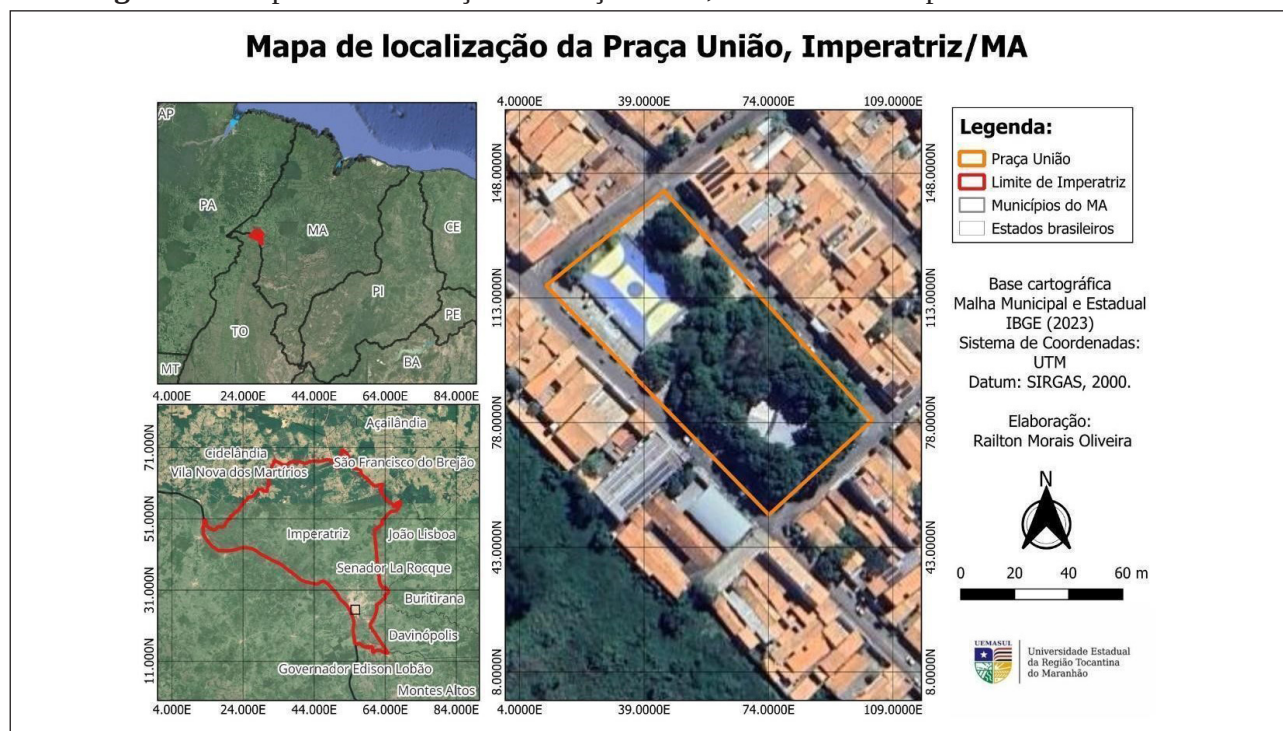
Nessa perspectiva, o uso de QR Codes em placas de identificação de árvores urbanas, acessível via smartphone, transforma espaços públicos em ambientes de aprendizagem dinâmica e interativa. Essa prática dissemina informações sobre a diversidade florística local e promove a conscientização sobre a importância da arborização urbana (Rodrigues; Silva, 2016). Tecnologias como essa despertam curiosidade e engajam diferentes públicos, desde estudantes até visitantes ocasionais, criando uma conexão mais próxima entre as pessoas e o meio ambiente (Bezerra, 2017; Silva et al., 2022).

Tais iniciativas já são amplamente adotadas em ações de educação ambiental em Unidades de Conservação e Parques Naturais (Lopes; Cruz, 2024; Moura et al., 2019; Ribeiro, 2023). Essas placas informativas em áreas verdes geram um “conflito de expectativas” nos frequentadores, pois desafiam a forma como percebem o ambiente. Assim, ao destacar não apenas a biodiversidade, mas também os serviços e processos ecossistêmicos associados às plantas por meio de sua identificação nas placas, os visitantes começam a observar as plantas e a botânica de maneira “menos cega” (Colli-Silva et al., 2019).

Diante do exposto, a disseminação do conhecimento da vegetação urbana deve integrar o conjunto de estudos que toda cidade deveria se interessar em desenvolver (Pereira et al., 2020). Por isso, este trabalho teve como objetivo disponibilizar informações à comunidade sobre as espécies arbóreas e também levantar a quantidade de espécies presentes na Praça União do município de Imperatriz – MA, por meio da instalação de placas com QR Codes, como estratégia de promoção da educação ambiental.

## Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido na Praça União, localizada entre as ruas Benedito Leite e Aquiles Lisboa e entre as ruas Tereza Cristina e Dom Pedro II, no município de Imperatriz – MA, conforme as coordenadas geográficas -5°53'52,62" S, -47°48'55,48"W (Figura 1).

**Figura 1** - Mapa de Localização da Praça União, na cidade de Imperatriz – MA.

Fonte: Autores, 2025.

O desenvolvimento do trabalho contou com cinco fases: i) inventário e identificação botânica das espécies arbóreas da Praça União; ii) pesquisa discricionária para obter informações das espécies arbóreas presentes na praça e que receberam as placas contendo os QR Codes; iii) análise quantitativa dos dados inventariados; iv) geração dos QR Codes com as informações das espécies; e, v) confecção e implementação das placas com QR Codes.

QR code é a sigla para Quick Response, ou seja, resposta rápida. É um tipo de código de barras bidimensional, que armazena informações tanto na horizontal, quanto na vertical e pode ser lido e interpretado por meio de telefones celulares e/ou tablets equipados com câmera (Costa, 2023). A adoção dessa tecnologia no projeto justifica-se por sua elevada resistência à distorção, à sujeira e a danos físicos. Além disso, o QR code apresenta reduzida área de impressão, alta capacidade de armazenamento e suporte a diferentes tipos de dados, incluindo caracteres alfabéticos, números, símbolos, imagens, dados binários, Kanji e Kana (alfabeto japonês). Outro diferencial é a possibilidade de leitura em 360°, o que facilita seu uso em ambientes externos.

### **Inventário e identificação botânica das espécies arbóreas**

O inventário, do tipo censo, foi realizado para mapear e identificar todos os indivíduos arbóreos presentes na praça. Para cada indivíduo, foram coletadas as seguintes variáveis: localização geográfica, altura total (HT), diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), comprimento da copa (CC), diâmetro da copa (DP), forma da copa (FC) e raio da copa (RC). Esses dados foram coletados seguindo a metodologia descrita por Angelo (2017). Foram considerados os seguintes formatos básicos de copa: esférico, lentiforme, cilíndrico, cônico, cônico invertido e elipsoide (Silva, 2006). Além disso, foram obtidas informações dendrológicas de cada indivíduo, como flores, frutos, casca, folhas e outros.

A infraestrutura e os materiais necessários para a coleta de dados foram fornecidos pela Univer-

sidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), localizada no município de Imperatriz – MA. Utilizou-se vários instrumentos como GPS, ficha de inventário, fita métrica e clinômetro, onde os componentes arbóreos da Praça União foram georreferenciados e identificados com auxílio do manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil (Lorenzi, 1992).

No entanto, quando a identificação da espécie não era possível em campo, foram coletadas amostras botânicas, como folhas, flores, frutos e casca, sempre que disponíveis. O material foi etiquetado e armazenado adequadamente para posterior análise com o apoio de um professor especialista em botânica, utilizando chaves de identificação e literatura especializada. Esse procedimento garantiu a precisão na identificação das espécies inventariadas.

### **Pesquisa discricionária para obter informações das espécies arbóreas**

A pesquisa discricionária sobre as espécies arbóreas presentes na Praça União foi realizada por meio de consultas em bibliografias pertinentes, como livros, atlas, artigos científicos, teses e sites especializados. Durante essa pesquisa, foram coletadas informações de nome popular, nome científico, família botânica, origem, morfologia, fenologia, se a espécie possui uso medicinal, comercial ou alimentar, entre outras informações úteis para o manejo e conservação da espécie. Esta etapa foi conduzida na sala de informática e na biblioteca setorial do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da UEMASUL.

### **Análise quantitativa dos dados inventariados**

A análise fitossociológica envolveu o cálculo dos parâmetros da estrutura horizontal, como densidade absoluta e relativa (Equações 1.1 e 1.2), dominância absoluta e relativa (Equações 2.1 e 2.2), e índice de valor de importância (Equação 3), conforme a metodologia de Souza e Soares (2013). Para obter esses dados, consideram-se informações como número de indivíduos, área total, área basal e circunferência à altura do peito (CAP), além de dados sobre distribuição diamétrica, classe de altura e a porcentagem de espécies exóticas.

$$DA = \frac{ni}{A} \quad (1.1)$$

$$DR = \left( \frac{DA}{\sum DA} \right) \times 100 \quad (1.2)$$

$$DoA = \frac{Gi}{A} \quad (2.1)$$

$$DoR = \frac{DoA}{G} \times 100 \quad (2.2)$$

$$IVI = \frac{DR + DoR}{2} \quad (3)$$

**Onde:** DA = densidade absoluta da espécie, em número de indivíduos por hectare; ni = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostragem; A = área total amostrada (hectare); DR = densidade relativa da espécie; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; Gi = área basal da i-ésima espécie; G = somatório das áreas basais de todas as espécies; A = área amostrada em hectares; IVI = índice de valor da espécie “e”; DR = densidade relativa da espécie “e”; e DoR = dominância relativa da espécie “e”.



Para os cálculos do índice de Shannon Weaver ( $H'$ ) (Equações 4.1 e 4.2) e de Equabilidade de Pielou (Equação 5), utilizou-se a metodologia aplicada por Souza e Soares (2013).

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \times \ln(p_i) \quad (4.1)$$

$$p_i = \frac{N_i}{N} \quad (4.2)$$

$$J = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (5)$$

**Onde:**  $H'$  = índice de Shannon;  $p_i$  = proporção de indivíduos da  $i$ -ésima espécie; espécie;  $\ln$  = logaritmo de base neperiano ( $e$ );  $n_i$  = número de indivíduos amostrados para a espécie  $i$ ;  $N$  = número total de indivíduos amostrados; e  $H'_{max} = \ln(S)$ .

Para o cálculo do sombreamento, foram analisadas as seguintes variáveis: hora local (Ch) (Equação 6), ângulo zenital do Sol (Equação 7), ângulo de elevação do Sol (Equação 8), ângulo azimutal do Sol (Equação 9), área de sombra (As) (Equação 10), comprimento de sombra (Cs) (Equação 11) e a distância da sombra em relação ao caule (C) (Equação 12). Os cálculos dessas variáveis foram feitos de acordo com Silva (2006). Lembrando que o valor de  $k$  precisa ser sempre acrescentado de uma unidade quando o ano for bissexto, e o mês, posterior a fevereiro (Silva, 2006).

$$C_h = \frac{L \times 45}{15} \quad (6)$$

$$\cos \psi = \cos \varphi \cos \delta \cos \eta + \sin \varphi \sin \delta \quad (7)$$

$$\theta = 90 - \psi \quad (8)$$

$$\alpha = 180 - \arcsen [\cos \delta \sin \eta \sin \psi] \quad (9)$$

$$As = \frac{\pi \cdot r}{\sin \theta} (m^2) \quad (10)$$

$$c = \frac{2r}{\sin \theta} \quad (11)$$

$$s = \frac{r + y}{\tan \theta} + \frac{r}{\sin \theta} \quad (12)$$

**Onde:**  $L$  = longitude do local, em graus decimais.  $\delta$  = declinação estacional do Sol =  $23,45 \sin \left[ \frac{360}{365,242} \times (284 + K) \right]$ ;  $K$  = dia do ano ( $1 = 1^\circ$  de janeiro);  $\varphi$  = latitude do local em graus decimais;  $\eta$  - ângulo horário do Sol =  $15 (t - ch - 12)$ ;  $t$  = hora local, em valor decimal;  $r$  = raio da copa em metros;  $\theta$  = ângulo de elevação do sol; e  $y$  = altura do tronco (m), do solo à base da copa.

Após o levantamento das informações, foi conduzida a elaboração do website, que utiliza uma linguagem didática, acessível e bastante ilustrativa, com o objetivo de atrair a atenção dos usuários que acessarem os QR Codes.

### **Geração dos QR Codes**

A partir da obtenção das informações das espécies, foi estabelecida a realização da quarta fase do projeto, que consistiu na geração dos QR Codes com base nas informações obtidas. Para isso, foram utilizados geradores gratuitos disponíveis em sites na internet.

As informações contidas nos QR Codes podem ser lidas em dispositivos móveis (celulares e/ou tablets) com ambos os sistemas operacionais (Android ou IOS), desde que tenham o aplicativo específico para leitura instalado. O usuário apenas precisa focar o código (QR Code) utilizando a câmera fotográfica, e será automaticamente direcionado para o endereço ou conteúdo codificados.

Oferecendo a todos o conhecimento aliado à tecnologia, os QR Codes produzidos pela equipe, ao serem acessados, levam a um conteúdo textual, ilustrações e imagens, apresentados em linguagem regional e em formato de diálogo, tornando a informação de fácil compreensão para todas as faixas etárias.

### **Confecção e implementação das placas contendo os QR Codes.**

A última fase do projeto foi destinada à confecção das placas contendo QR Codes e sua devida fixação nos indivíduos arbóreos presentes na Praça União. As placas que levaram os códigos (QR Codes) foram confeccionadas em material PVC, com um furo superior e outro inferior. Em árvores adultas foram fixadas no próprio indivíduo, à altura do observador, a aproximadamente 1,30 m de altura, com auxílio de pregos. Já em indivíduos jovens, as placas foram fixadas com auxílio de arame, para que não prejudicasse o seu crescimento.

### **Resultados e Discussão**

Uma das primeiras atividades realizadas, conforme metodologia planejada, foi a elaboração do inventário da arborização e identificação das espécies presentes na praça. Com base nos dados coletados, no manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, além de outras literaturas e sites especializados, foi possível identificar os indivíduos da praça (Tabela 1). Ao todo, foram catalogados 83 indivíduos, distribuídos em 24 espécies de 17 famílias botânicas.

**Tabela 1** – Listagem florística das espécies arbóreas (árvores e palmeiras) presentes na Praça União, Imperatriz-MA. N.I.: número de indivíduos; O: origem; E: exótica; N: nativa.

Família Botânica	Nome Científico	Nome Popular	N.I.	O
Anacardiaceae	Anacardium occidentale L.	Cajueiro	9	N
	Mangifera indica L.	Mangueira	23	E
Arecaceae	Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Mart.	Macaubeira	1	N
Bignoniaceae	Handroanthus sp.	Ipê	9	N
Bombacaceae	Pachira aquatica Aubl.	Munguba	1	N
Chrysobalanaceae	Licania tomentosa (Benth.) Fritsch	Oiti	10	N
Clusiaceae	Garcinia gardneriana (Planch. & Triana) Zappi	Bacupari	1	N
Combretaceae	Terminalia catappa L.	Amendoeira-da-praia	5	E
Fabaceae	Libidibia ferrea (Mart ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau-ferro	1	N
	Clitoria fairchildiana R. A. Howard	Sombreiro	1	N
	Tamarindus indica L.	Tamarindo	1	E
Lecythidaceae	Couropita guianensis Aubl.	Abricó-de-macaco	1	N
Malpighiaceae	Malpighia glabra L.	Acerola	1	E
Malvaceae	Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Sumaúma	1	N
	Guazuma ulmifolia Lam.	Mutamba	3	N
Meliaceae	Azadirachta indica A. Juss.	Neem Indiano	4	E
Moraceae	Artocarpus heterophyllus Lam.	Jaqueira	1	E
Myrtaceae	Syzygium jambos (L.) Alston	Jambo amarelo	1	E
	Syzygium cumini (L.) Skeels	Azeitona (Jamelão)	4	E
	Psidium guajava L.	Goiaba	1	N
Myrtaceae	Eugenia malaccensis (L.)	Jambeiro	1	E
Rhamnaceae	Ziziphus mauritiana Lam	Jujuba Indiana	1	E
Rubiaceae	Genipa americana L.	Jenipapo	1	N
Sapindaceae	Sapindus saponaria L.	Saboeiro	1	N
<b>Total: 17 famílias</b>	<b>24 espécies</b>		<b>83</b>	

Fonte: Autores (2025).

A análise da composição arbórea da Praça União revelou uma predominância de espécies nativas, correspondendo a 58,3% do total, em relação às exóticas, que representam 41,7%. No entanto, quando se considera o número de indivíduos, não foi possível determinar uma predominância clara, visto que, do total de exemplares inventariados, 50,6% pertencem a espécies exóticas e 49,4% a espécies nativas. Tal cenário reforça a importância de políticas futuras que priorizem a ampliação da cobertura com espécies nativas, visando maior alinhamento com os princípios da sustentabilidade e da conservação da biodiversidade local.

O reflorestamento urbano requer uma seleção cuidadosa de espécies de árvores para garantir benefícios ecológicos, apelo estético e adaptabilidade a ambientes urbanos. Pesquisas indicam que



espécies nativas geralmente superam as exóticas em ambientes urbanos devido à sua resiliência e compatibilidade com ecossistemas locais (Paiva et al., 2022; Yulia et al., 2023; Zappi et al., 2022).

A família botânica com maior número de indivíduos foi Anacardiaceae, destacando-se as espécies *Mangifera indica* L. (Mangueira) e *Anacardium occidentale* L. (Cajueiro), que, juntas, totalizam 32 indivíduos, apresentando elevada representatividade na composição arbórea da praça (Tabela 2). Em relação à diversidade de espécies dentro das famílias, a Myrtaceae se sobressaiu, com quatro espécies distintas, seguida pela Fabaceae, com três espécies.

Sobre a estrutura vertical, a altura total dos indivíduos variou entre 4 e 22,5 metros. O cálculo das classes de altura resultou em sete intervalos com amplitude de 3 metros, sendo a classe de 10 a 13 metros a mais representativa, concentrando 27 indivíduos. Quanto à estrutura diamétrica, verificou-se que a classe de diâmetro à altura do peito (DAP) predominante foi a de 26,05 a 46,05 cm, reunindo 34 indivíduos, enquanto apenas cinco árvores apresentaram DAP inferior a 6,05 cm.

Com relação à densidade relativa, observou-se que a espécie *M. indica* (Mangueira) apresentou o maior percentual, correspondendo a 27,7% do total de indivíduos inventariados, fato justificado pela expressiva presença dessa espécie na praça.

**Tabela 2** - Estrutura horizontal da Praça União, em Imperatriz (MA). Ni: número de indivíduos; DA: densidade absoluta; DR: densidade relativa; DoA: dominância absoluta; DoR: dominância relativa; IVI: índice de valor de importância.

Espécie	Ni	DA	DR (%)	DoA	DoR (%)	IVI (%)
Mangifera indica L.	23	46,9	27,7	6,6	29,8	28,8
Licania tomentosa (Benth.) Fritsch	10	20,4	12,1	3,07	13,9	13,0
Anacardium occidentale L.	9	18,4	10,8	1,61	7,3	9,1
Handroanthus sp	9	18,4	10,8	0,84	3,8	7,3
Terminalia catappa L.	5	10,2	6,0	1,11	5,0	5,5
Syzygium cumini (L.) Skeels	4	8,2	4,8	2,98	13,5	9,1
Azadirachta indica A. Juss.	4	8,2	4,8	0,35	1,6	3,2
Guazuma ulmifolia Lam.	3	6,1	3,6	0,19	0,9	2,2
Couroupita guianensis Aubl	1	2,0	1,2	0,07	0,3	0,8
Malpighia emarginata D.C.	1	2,0	1,2	0,02	0,1	0,7
Garcinia gardneriana	1	2,0	1,2	0,04	0,2	0,7
Clitoria fairchildiana R. A. Howard	1	2,0	1,2	0,17	0,8	1,0
Psidium guajava L.	1	2,0	1,2	0,02	0,1	0,6
Artocarpus heterophyllus Lam.	1	2,0	1,2	0,08	0,3	0,8
Eugenia malaccensis (L.)	1	2,0	1,2	0,1	0,4	0,8
Syzygium jambos (L.) Alston	1	2,0	1,2	0,15	0,7	0,9
Genipa americana L.	1	2,0	1,2	0,01	0,1	0,6
Ziziphus mauritiana Lam	1	2,0	1,2	0,13	0,6	0,9
Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. Mart	1	2,0	1,2	0,11	0,5	0,8
Pachira aquatica Aubl.	1	2,0	1,2	0,03	0,1	0,7
Libidibia ferrea (Mart ex Tul.) L.P.Queiroz	1	2,0	1,2	0,05	0,2	0,7
Sapindus saponaria L.	1	2,0	1,2	0,13	0,6	0,9
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	1	2,0	1,2	3,82	17,3	9,2
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>169,4</b>	<b>100</b>	<b>22,14</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado por autores (2025).

As espécies *Mangifera indica* L. (Mangueira), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (Sumaúma) e *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Oiti) apresentaram, respectivamente, os maiores valores de dominância, correspondendo a 29,8%, 17,3% e 13,9%. Observou-se que esse parâmetro foi influenciado principalmente pelas áreas basais dessas espécies. Além disso, ao avaliar o Índice de Valor de Importância (IVI) das 24 espécies analisadas, verificou-se que as cinco mais relevantes foram, nesta ordem: *Mangifera indica* L. (Mangueira), *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (Oiti), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Sumaúma), *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Azeitona Jamelão) e *Anacardium occidentale* L. (Cajueiro).

A distribuição diamétrica dos indivíduos seguiu o modelo conhecido como “J-invertido” ou distribuição excepcional negativa, caracterizando uma população composta majoritariamente por árvores de pequeno e médio porte.

A diversidade arbórea foi estimada por meio do índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ), o qual atribui peso semelhante a espécies raras e abundantes, conforme descrito por Magurran (1988). Os valores obtidos para os índices de diversidade indicam uma estrutura florística equilibrada na Praça União. O índice de Shannon-Weaver ( $H' = 2,53$ ) reflete uma diversidade moderada, enquanto a equabilidade de Pielou ( $J = 0,79$ ) aponta para uma distribuição relativamente homogênea dos indivíduos entre as espécies. Essa combinação sugere uma arborização urbana com boa representatividade florística e reduzida dominância de espécies isoladas, o que é desejável para a sustentabilidade e a resiliência ecológica do espaço urbano.

No que se refere ao sombreamento proporcionado pela arborização da praça, os resultados demonstraram que aproximadamente 4.253,63 m<sup>2</sup> da área total são cobertos pela sombra das copas arbóreas. As formas de copa predominantes foram a cônica invertida e a lentiforme, que, juntas, representaram 75% do total. Essas formas são relevantes na determinação da área de sombreamento, uma vez que proporcionam uma cobertura satisfatória. Esse índice é relevante, especialmente em regiões de clima quente, como o sul do Maranhão, pois a sombra contribui para o conforto térmico, melhora o microclima e favorece o uso do espaço para atividades recreativas ao longo do dia (Ramos et al., 2024).

Estudos recentes reforçam esses benefícios. Oliveira et al. (2023), ao analisarem praças em Juiz de Fora (MG), observaram que áreas com maior sombreamento registraram maior presença de usuários, especialmente no período da tarde, indicando que a sombra favorece a apropriação dos espaços públicos.

Em uma abordagem semelhante, Lima (2024) analisou praças na cidade de Imperatriz (MA) por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e constatou que as praças União, Fátima e da Cultura apresentaram valores entre 0,60 e 0,83, indicando vegetação de média expressividade com efeitos significativos para o conforto térmico local.

Além disso, Ramos, De Jesus e Silva (2023) destacam que a presença de áreas vegetadas ajuda controlar a radiação solar, promovendo ambientes mais frescos e confortáveis para a permanência das pessoas. Nesse contexto, a distribuição espacial das árvores torna-se um fator determinante no sombreamento: na Praça União, por exemplo, o agrupamento de indivíduos arbóreos gerou grande cobertura de sombra. Esse efeito é reforçado por Hamada e Mendes (2023), os quais observaram que distâncias menores entre as árvores resultam em maior proximidade entre as copas e, consequentemente, em uma área sombreada mais extensa.

Como resultado da análise quantitativa da arborização da Praça União, que envolveu dados como origem das espécies, formas de copa, diversidade, classes de diâmetro e altura, área de sombreamento e disposição espacial, foi desenvolvida uma plataforma digital interativa para divulgação dessas informações. O conteúdo, acessível por meio de QR Codes instalados nas próprias árvores da praça, tem o potencial de ampliar o conhecimento da população sobre a vegetação local, além de subsidiar futuras ações de planejamento e manejo arbóreo.

Essa iniciativa se destaca por aliar pesquisa científica e educação ambiental, promovendo o envolvimento de diferentes públicos. As páginas da plataforma seguem um padrão informativo, contendo a apresentação de cada espécie acompanhada de dados sobre floração, frutificação, usos, curio-

sidades e outras características relevantes, redigidas em linguagem acessível. A Figura 2 ilustra esse formato por meio da página dedicada à espécie pau-ferro (*Libidibia ferrea*), servindo como exemplo do potencial educativo e de replicabilidade do projeto.

**Figura 2** - Layout de apresentação da espécie (A) com informações gerais do pau-ferro (B), outras características (C), produtos e utilizações (D).



Outras informações de destaque incluídas na plataforma digital dizem respeito aos cuidados que a população deve adotar com determinadas espécies arbóreas. Algumas apresentam características que podem oferecer riscos à fauna, à vegetação do entorno ou aos próprios frequentadores. Um exemplo significativo é *Azadirachta indica* A. Juss. (nim), espécie exótica cujos compostos ativos são potencialmente tóxicos para diversos grupos de animais, podendo causar abortos em aves e até a morte de insetos (Prado, 2024). A inclusão desse tipo de alerta amplia o papel educativo da ferramenta, ao associar a identificação botânica a recomendações de manejo e conservação.

Para viabilizar o acesso a essas informações no ambiente da praça, foram elaboradas placas com QR Code no formato 10 cm × 15 cm. O modelo gráfico adotado incluiu, na parte superior, frases com apelo à valorização da arborização; no centro, o QR Code; e, na parte inferior, mensagens persuasivas que incentivam o visitante à interação com o conteúdo digital (Figura 3). Essa estratégia de comunicação tem potencial para fortalecer a relação entre a população e os elementos naturais do espaço urbano, promovendo sensibilização ambiental por meio de recursos tecnológicos acessíveis.

Fonte: Autores, 2025



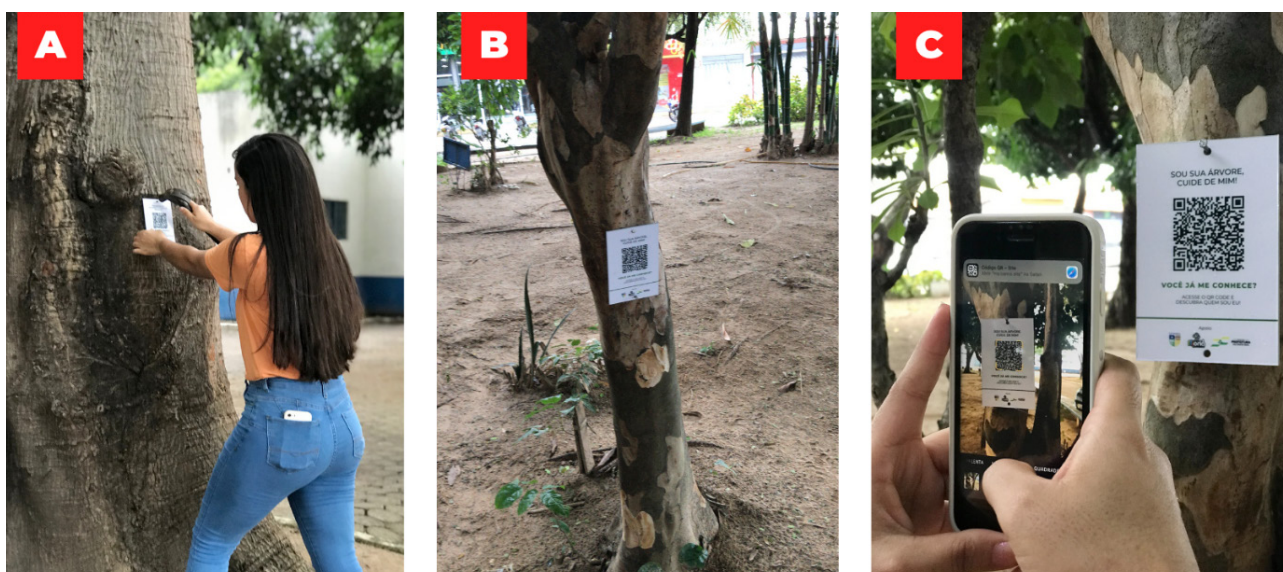
**Figura 3** - Modelos de placas contendo o código de QR Code. A: QR Code da espécie pau ferro. B: QR Code da espécie Oiti.



Fonte: Autores, 2025.

Por fim, após a elaboração do site, procedeu-se à inserção das placas confeccionadas que foram fixadas nos componentes arbóreos com o auxílio de pregos a uma altura de 1,30 m ao nível do solo. Durante a instalação, realizou-se testes momentâneos para verificar o correto funcionamento dos QR Codes (Figura 4). Vale ressaltar que a implementação delas foi autorizada e acompanhada pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

**Figura 4** - Etapas finais do projeto. A: fixação das placas; B: placas fixadas nos componentes arbóreos; C: Leitura e teste de funcionamento do QR Code.



Fonte: Autores, 2025.

As ações de extensão realizadas neste projeto também resultaram na ampla divulgação da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL – Centro de Ciências Agrárias) e do curso de graduação em Engenharia Florestal, além de contribuírem para o maior reconhecimento da profissão. Essa visibilidade foi impulsionada pela divulgação do projeto em diversos meios de comunicação locais e regionais. Um exemplo é a publicação feita nas redes sociais da Prefeitura Municipal de Imperatriz, cujo perfil no Instagram conta com aproximadamente 110 mil seguidores, ampliando significativamente o alcance da iniciativa.

Diante dessa repercussão positiva, torna-se essencial expandir o projeto para outras localidades. A proposta é levá-lo, em breve, para áreas estratégicas da cidade com ampla arborização, como praças e pomares. Além disso, para locais que não dispõem de acesso à internet pública, considera-se o desenvolvimento de um QR Code com funcionamento off-line, permitindo que as informações estejam disponíveis mesmo sem conexão. Essa solução contribuiria para a inclusão e o acesso ao conteúdo por um número ainda maior de pessoas.

## Conclusão

A Praça União abriga 24 espécies arbóreas, distribuídas entre 83 indivíduos. Dentre essas, *Mangifera indica* e *Licania tomentosa* destacam-se não apenas pelo maior número de exemplares, mas também por sua relevância ecológica, apresentando valores de importância de 28,8% e 13,0%, respectivamente. Quanto à origem das espécies, a maioria foi classificada como nativa; no entanto, ao considerar o número total de indivíduos, não houve predominância clara entre espécies nativas e exóticas.

Os índices de diversidade e equabilidade indicaram uma composição florística moderadamente diversa e com distribuição equilibrada dos indivíduos entre as espécies. Esses resultados reforçam a importância da Praça União como espaço urbano com potencial para a conservação da biodiversidade e para o fornecimento de serviços ecossistêmicos.

A instalação de placas com QR Codes nas árvores permitiu o acesso imediato a informações botânicas por meio de dispositivos móveis, o que favoreceu a interação dos usuários com o conteúdo ambiental e contribuiu para reduzir a “cegueira botânica”. O uso dessa tecnologia demonstrou eficácia como ferramenta educativa e pode ser replicado em outros espaços urbanos, associando arborização, ciência cidadã e sensibilização ambiental.

## Agradecimentos

Agradecimento à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), pela bolsa oferecida, que possibilitou o desenvolvimento e a conclusão de todas as etapas do trabalho; à Prefeitura de Imperatriz, por meio da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMMARH), pela concessão da licença para a implementação das placas. Além disso, o reconhecimento aos meios de comunicação, especialmente à Assessoria de Comunicação da UEMASUL (ASCOM) e à Rede Mirante, pelo apoio na divulgação dos resultados deste trabalho.



## Referências

- ANGELO, D. H. **Índices espaciais e de diversidade Florística das Zonas Central e Residencial Central de Imperatriz-MA**. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Gurupi, 2017.
- BEZERRA, A. M. O uso do QR Code como ferramenta de educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.12, n.2, p.142-156, 2017.
- BONAMETTI, J. H. Arborização urbana. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 19, n. 36, p. 51-55, 2020.
- COLLI-SILVA, M.; CORSI, A. C. S.; FLORENTINO, J. J.; TEIXEIRA, L. A.; URSI, S. Evidências de cegueira botânica em uma área verde brasileira com árvores plaqueadas. **Paisagem e Ambiente**, v.30, 2019.
- COSTA, C. G. X. **O patrimônio material local digitalizado: um circuito histórico a serviço do ensino de história**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de História) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.
- DE SOUSA HAMADA, M. O.; DA CONCEIÇÃO MENDES, F. J. Influência da arborização urbana no microclima na cidade de Altamira-PA. **Revista Foco**, v. 16, n. 2, p. e1137-e1137, 2023.
- DE VASCONCELLOS, B. N. **Arborização urbana: essencial para a qualidade de vida da população**. In: GÓES, Matheus Barreto de (Org.). Pensando sustentável: reflexões interdisciplinares para um futuro resiliente. Guarujá-SP: Científica Digital, 2024. p. 34-43.
- DO PRADO RIBEIRO, L.; VENDRAMIM, J. D.; BALDIN, E. L. L. **Inseticidas botânicos no brasil**: aplicações, potencialidades e perspectivas. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2024.
- FANTIN, M. M. D.; VIANA, R. H. O.; PEREIRA, C. M. R. B.; PINTO, M. D. DA S.; SOUZA, P. B. DE; CARLOTO, D. R.; SAPORETTI JÚNIOR, A. W.; SOARES, M. P. “Cegueira botânica” no ensino: uma revisão bibliográfica das descobertas e perspectivas. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 5, p. e4250, 2024.
- FESER, J. mLearning is not e-Learning on a mobile device. In: UDELL, Chad; WOODILL, Gary (eds.). **Mastering Mobile Learning**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2014. p. 35-42
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**: características urbanísticas do entorno dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/apps/pgi/pdf/CD2022%20-%20Caracteristicas%20urbanisticas%20do%20entorno%20dos%20domicilios-20250416.pdf>. Acesso em: 10 maio 2025.
- LIMA, P. S. D. **Análise de conforto térmico na região central de Imperatriz-MA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, Imperatriz, MA, 2024.
- LOPES, D. L. A.; DA CRUZ, D. D. Tecnologia e Educação Ambiental: o uso de QR Code nas visitas em Unidades de Conservação. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 41, n. 1, p. 190-213, 2024.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo: Plantarium, 1992. 382p.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University, 1988. 192 p.

MOURA, L.R. de; MATIAS, F.C.; SANTANA, I.C.H.; DE SOUSA, F.J.S. Plantas digitalizadas: o uso de QR Code como ferramenta de ensino de botânica realizado na disciplina de CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE JOVENS INVESTIGADORES – BRASIL/PORTUGAL (JOIN), 6., 2019, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. ISSN 2594-8318.

OLIVEIRA, P. C.; OLIVEIRA, E. C.; MENDONÇA, A. R. P.; SANTOS, L. O.; ALBERTO, Klaus Chaves. A influência do sombreamento no uso de Praças Públicas: um estudo exploratório na cidade de Juiz de Fora - MG. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 11, n. 31, 2023.

PAIVA, P. D. O.; REIS, M. V.; SOUSA, R. B.; FERRAZ, R. M.; SALGADO, M. DE C. R. Performance of native species in urban afforestation of public pathways in Lavras-MG, Brazil. **Ornamental Horticulture**, v.28, n.2, p.161–171, 2022.

PARSLEY, K. M. Plant awareness disparity: a case for renaming plant blindness. **Plants, People, Planet**, v.2, n.6, p. 598-601, 2020.

PEREIRA, J. A. et al. 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.

RAMOS, L. L. A.; DE JESUS, L. A. N.; DA SILVA, E. B. M. Espaços públicos e qualidade ambiental: praças urbanas e sua relação com o microclima. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2023. **Anais [...]**. [S. l.], 2023. p. 1–10. DOI: 10.46421/encac.v17i1.3889. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/encac/article/view/3889>. Acesso em: 3 nov. 2025.

RAMOS, L. L. A. AIRES, M. E. S.; DE JESUS, L. A. N.; DEMUNER, E. Sombreamento arbóreo em praças: Análise distributiva e microclimática. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2024. DOI: 10.46421/entac.v20i1.6055. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/6055>. Acesso em: 3 nov. 2025.

RODRIGUES, A. C.; SILVA, A. G. O uso do QR Code para uma gestão inclusiva na arborização urbana de Bagé, RS. **Interações**, v.17, n.3, p.759-775, 2016.

RIBEIRO, Á. M. O. **Roteiro educacional e trilhas botânicas**: guia de ensino em botânica no Parque dos Cajueiros para o ensino fundamental. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2023.

RICCI, G. D.; FIGUEIREDO, A. N. Áreas verdes urbanas têm potencial educativo. **Educação ambiental em ação**, v. XXI, n. 85, Dez 2023/fev.2024.

SILVA, W. R. P.; BRITO, D. G. P.; PURIFICAÇÃO, M. M. Entendendo a cegueira botânica: a relação humana com as plantas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 12, p. 1601-1607, 2024.

SILVA, R. R.; SANTOS, A. M.; ALMEIDA, V. M. QR Code technology in a sensory garden as a study tool. **Ornamental Horticulture**, v.28, n.1, p.112-120, 2022.

SILVA, Roberto G. da. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, p. 268-281, 2006.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas**: estrutura, dinâmica e manejo. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 322 p. ISBN 978-85-7269-463-6.

TELECO. **Estatísticas de Celular no Mundo**. 2009. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/pais/celular.asp>. Acesso em: 15 mar. 2025.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, Oakland, v. 61, n. 2, p. 284-286, 1999.

YULIA, I. T.; BERLIN, G. E.; SUGIYARTO, S.; HIMAWAN, W.; SUNARTO, S.; PRADHAN, P.; SETYAWAN, A. D. Assessing the suitability of tree species for urban green space in a tropical university campus in Surakarta, Indonesia. **Biodiversitas**, v.24, n.3, 2023.

ZAPPI, D. C.; LOVO, J.; HIURA, A.; ANDRINO, C. O.; BARBOSA-SILVA, R. G.; MARTELLO, F.; GADELHA-SILVA, L.; VIANA, P. L.; GIANNINI, T. C. Telling the Wood from the Trees: Ranking a Tree Species List to Aid Urban Afforestation in the Amazon. **Sustainability**, v.14, n.3, e1321, 2022.