



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

HIAGO FELIPE CARDOSO PACHECO

**ANÁLISE ESTRUTURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM PRAÇAS DE  
BELÉM, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Belém,

2024

HIAGO FELIPE CARDOSO PACHECO

**ANÁLISE ESTRUTURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM PRAÇAS DE  
BELÉM, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Dr. Walmer Bruno Rocha Martins  
Coorientador: Dr. Franciso de Assis Oliveira

Belém,

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P116a Pacheco, Hiago Felipe Cardoso  
ANÁLISE ESTRUTURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM PRAÇAS DE BELÉM, AMAZÔNIA  
ORIENTAL / Hiago Felipe Cardoso Pacheco. - 2024.  
60 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Ciências Florestais (PPGCF), Campus  
Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.  
Orientador: Prof. Dr. Walmer Bruno Rocha Martins  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Oliveira.
1. Arborização Urbana. 2. Diversidade Florística. 3. Origem das Espécies. 4. Serviços ou Desserviços  
Ecosistêmicos. I. Martins, Walmer Bruno Rocha, *orient.* II. Título
- 

CDD 634.909811

**HIAGO FELIPE CARDOSO PACHECO**  
**ANÁLISE ESTRUTURAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM PRAÇAS DE  
BELÉM, AMAZÔNIA ORIENTAL**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia, como requisito para obtenção do título de mestre em Ciências Florestais.

Data de aprovação: 26/07/2024

**Banca Examinadora**

Documento assinado digitalmente  
 **WALMER BRUNO ROCHA MARTINS**  
Data: 29/08/2024 10:07:16-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientador  
Walmer Bruno Rocha Martins  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente  
 **FRANCISCO DE ASSIS OLIVEIRA**  
Data: 29/08/2024 09:34:06-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Coorientador  
Francisco de Assis Oliveira  
Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente  
 **ANA LÍCIA PATRIOTA FELICIANO MARANGON**  
Data: 23/08/2024 18:09:43-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Membro 1  
Ana Lícia Patriota Feliciano  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Documento assinado digitalmente  
 **ANGELINE MARTINI**  
Data: 23/08/2024 15:32:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Membro 2  
Angeline Martini  
Universidade Federal de Viçosa

Documento assinado digitalmente  
 **CANDIDO FERREIRA DE OLIVEIRA NETO**  
Data: 27/08/2024 09:23:04-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Membro 3  
Cândido Ferreira de Oliveira Neto  
Universidade Federal Rural da Amazônia

## AGRADECIMENTOS

À Deus, pela realização deste trabalho, por ter me dado força, sabedoria, me sustentando para que eu chegasse aqui.

Aos meus pais, Carla Cardoso e Adalberto Pacheco Júnior, e a minha avó Francisca do Nascimento, por todo o apoio e incentivo, me dando força e acreditando, para que eu pudesse ultrapassar as dificuldades que existiram durante o mestrado.

À minha família, principalmente ao meu irmão Higor Cardoso, minha prima Nayane Cunha e à minha tia Rosana Nascimento *-in memorian*, que sempre me apoiaram, mesmo não entendendo muito da área, mas acreditando que tudo valeria à pena.

Aos meus Orientadores, Walmer Martins e Francisco de Oliveira, pela orientação, correções, conversas e ideias compartilhadas.

Ao LABECOS por me permitir desenvolver este trabalho em um ambiente calmo e acolhedor, principalmente à equipe de estagiários (José Silva, Marcos Nascimento Filho, Lucas Lopes, Cintia Guedes, Angela Batista, Carlos Gurjão, Natasha e Victória), pelo suporte em campo, pelo empenho, amizade e, principalmente, por realmente me fazerem entender o que é trabalhar em equipe.

Aos meus estagiários que se tornaram essenciais neste período, Paula Moraes e Joathan Castro, sem vocês tudo isso poderia ter sido diferente.

A minha querida amiga Julia Rodrigues, por dividir a mesa do laboratório, por todos os conhecimentos, risadas e o suporte que foi me dado nesses dois anos.

Aos meus amigos que foram essenciais, por todos os conselhos e suporte, Adrielly Costa, Alyam Coelho, Genilson Costa, Larissa Castelo, Luana Chaves, Matheus Guedes, Stefany Figueiredo e Wanessa Lima.

Aos meus amigos da graduação, principalmente os que fizeram parte em vários momentos, Adriele Laena, Amanda Silva, Camilly Barbosa, Danúbia Leão, Deisiane Cruz, Eliã, Girlanda Squires *-in momorian*, Isabella Braga, Ítalo Martins e Wendell Filho.

Ao programa de Pós-Graduação, principalmente ao coordenador, Rodrigo Geroni, e a Paula Pinheiro, por todas as palavras de incentivo e confiança.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa.

Muito obrigado a todos que tornaram possível a realização desta monografia.

## RESUMO

A perda de vegetação nos centros urbanos está diretamente ligada ao processo de urbanização sem planejamento. Com isso, diversos benefícios deixam de serem providos para a população, como a regulação climática, o controle de inundações e a conservação da biodiversidade faunística e florística. Sendo assim, as praças são importantes áreas verdes e que desempenham diversas funções para a manutenção dos ecossistemas urbanos, inclusive são apontadas como excelentes ferramentas de recuperação mental após a pandemia da COVID-19. Por isso, torna-se necessária a realização de estudos de levantamento e avaliação destas áreas verdes para seleção de espécies arbóreas adequadas para compor as praças. Sendo assim, esta dissertação foi dividida em dois capítulos, ambos envolvendo a arborização das praças da cidade de Belém, Amazônia Oriental. No primeiro capítulo foi realizado um estudo de composição florística e diversidade, para compreender quais espécies arbóreas estão sendo utilizadas nos projetos de arborização, sua origem e seu status de conservação. Já no segundo capítulo buscou-se avaliar as espécies mais adequadas para o fornecimento de serviços ecossistêmicos utilizadas na arborização de praças, de acordo com parâmetros morfométricos e ecológicos. A densidade de indivíduos não diferiu entre distritos administrativos, embora diferença significativa tenha sido constatada entre as origens das espécies. Árvores amazônicas como a *Andira inermis* (W.Wright) DC., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose, foram boas opções para o fornecimento de benefícios arborização urbana, mostrando que apesar da forte influência mundial da utilização de espécies exóticas, com estudos e investimento, as espécies da região podem ser grandes aliadas para a enriquecimento cênico da capital e diminuição dos efeitos negativos das mudanças climáticas. Portanto, este trabalho contribuiu para o entendimento do papel de áreas verdes e destaca a importância do incentivo de pesquisas para a perpetuação de seus serviços a longo prazo.

**Palavras-chave:** Praças públicas; silvicultura urbana; biodiversidade; benefícios socioambientais.

## ABSTRACT

The loss of vegetation in urban centers is directly linked to unplanned urbanization processes. As a result, various benefits are not provided to the population, such as climate regulation, flood control, and conservation of faunal and floral biodiversity. Thus, parks are significant green areas that play multiple roles in maintaining urban ecosystems and are also identified as excellent tools for mental recovery following the COVID-19 pandemic. Consequently, it is essential to conduct surveys and assessments of these green areas to select suitable tree species for park landscaping. This dissertation is divided into two chapters, both involving the tree planting in parks in the city of Belém, Eastern Amazon. The first chapter presents a study on floristic composition and diversity to understand which tree species are being used in planting projects, their origin, and their conservation status. The second chapter assesses the most suitable species for providing ecosystem services in park landscaping, based on morphometric and ecological parameters. The density of individuals did not differ between administrative districts, although a significant difference was observed among species' origins. Amazonian trees such as *Andira inermis* (W.Wright) DC., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., and *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose proved to be good options for urban tree planting benefits. This indicates that, despite the global trend towards using exotic species, local species can be valuable allies in enhancing the scenic value of the capital and mitigating the negative effects of climate change, given proper research and investment. Therefore, this work contributes to the understanding of the role of green areas and underscores the importance of encouraging research for the long-term sustainability of their services.

**Keywords:** Public squares; urban forestry; biodiversity, socio-environmental benefits.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33

### Capítulo I

**Figura 1.** Praças avaliadas quanto à composição florística em seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia Oriental. DABEL = Distrito Administrativo de Belém; DABEN = Distrito Administrativo do Bengui; DAENT = Distrito Administrativo do Entroncamento; DAGUA = Distrito Administrativo do Guamá; DAICO = Distrito Administrativo de Icoaraci; DASAC = Distrito Administrativo da Sacramento..... 24

**Figura 2.** Espécies de maior abundância nas praças da cidade de Belém-PA. (a) *H. heptaphyllus*, (b) *M. indica*, (c) *M. tomentosa*, (d) *F. benjamina*, (e) *H. serratifolius*, (f) *C. fairchildiana*, (g) *T. catappa*, (h) *A. inermis*, (i) *S. malaccense*. ..... 31

**Figura 3.** Mediana  $\pm$  IQR da abundância de espécies e indivíduos arbóreos encontrados em 50 praças de seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia. DABEL = Distrito de Belém, DABEN = Distrito do Bengui, DAENT = Distrito do Entroncamento, DAGUA = Distrito do Guamá, DAICO = Distrito de Icoaraci e DASAC = Distrito da Sacramento..... 32

**Figura 4.** Mediana  $\pm$  IQR da abundância de indivíduos classificados quanto à origem em 50 praças de seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia. Letras minúsculas diferentes indicam divergência estatística entre as origens para o mesmo distrito, de acordo com o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas representam a comparação de medianas de uma origem entre distritos, seguindo o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). A ausência de letras de comparação indica semelhança estatística entre os distritos e entre as origens de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ). DABEL = Distrito de Belém; DABEN = Distrito do Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA = Distrito do Guamá; DAICO = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramento; E.B = Exótica do Brasil; E.A = Exótica da Amazônia; N.A = Nativa da Amazônia. .... 33

**Figura 5.** Curva de rarefação baseadas na composição florística de 50 praças de seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia Oriental. Linhas contínuas representam a riqueza de espécies observada. Linhas tracejadas indicam a riqueza de espécies estimada. DABEL = Distrito de Belém; DABEN = Distrito do Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA = Distrito do Guamá; DAICO = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramento. .... 34

34 **Figura 6.** Dendrograma representando o índice de dissimilaridade de Rogers e  
35 Tanimoto para a composição florística de 50 praças de seis distritos administrativos do  
36 município de Belém, Pará, Amazônia. DABEL = Distrito de Belém, DABEN = Distrito  
37 de Bengui, DAENT = Distrito do Entroncamento, DAGUA = Distrito do Guamá,  
38 DAICO = Distrito de Icoaraci e DASAC = Distrito da Sacramenta. .... 35  
39

## 40 **Capítulo II**

41 **Figura 1.** Localização das 50 praças estudadas - Belém, Amazônia Oriental. .... 45

42 **Figura 2.** Espécies utilizadas na arborização de praças de Belém, Amazônia Oriental,  
43 com bom parâmetro de área de copa. A = *B. excelsa*, B = *A. inermis*, C = *C. pentandra*,  
44 D = *D. regia*. .... 52  
45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

## LISTA DE TABELAS

65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97

### Capítulo I

**Tabela 1.** Composição florística das Praças pertencentes aos distritos do município de Belém, Amazônia Oriental. DA = Distrito administrativo, NA = Nativa da Amazônia, EA = Exótica da Amazônia e EB = Exótica do Brasil. SC = Status de Conservação, LC = Menos Preocupante, VU = Vulnerável, EN = Em perigo, NT = Quase ameaçada, CR = Criticamente em perigo, N = número de indivíduos. .... 26

**Tabela 2.** Índices de diversidade florística dos distritos localizados no município de Belém, Amazônia Oriental. DABEL = Distrito de Belém; DABEN = Distrito do Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA = Distrito do Guamá; DAICO = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramentoa. .... 35

### Capítulo II

**Tabela 1.** Espécies consideradas com potencial para implantação em praças urbanas de cidades tropicais na Amazônia, de acordos com parâmetros morfométricos, características ecológicas e de cobertura arbórea. GE = Grau de Esbeltez; IS = Índice de Saliência; IA = Índice de Abrangência; AC = Área de Copa; TF = Tipo de Fruto; PC = Permanência das folhas na Copa; O = Origem; VP = Valor Ponderado; MB = Muito Bom; BM = Bom; RM = Ruim; MR = Muito Ruim; PE = Perene; SE = Semicaducifólia; CA = Caducifólia; L = Leve; P = Pesado; NA = Nativa da Amazônia; EA = Exótica da Amazônia; EB = Exótica do Brasil. .... 49

**Material Suplementar 1.** Origem, Característica de copa, Peso do fruto de espécies encontradas em praças urbanas na cidade de Belém do Pará, Amazônia, Brasil. O = Origem; CC= Característica de Copa; PF = Peso do Fruto. NA = Nativa da Amazônia; L = Leve; P = Pesada. .... 58

**Material Suplementar 2.** Composição florística das praças do município de Belém, Amazônia Oriental. O = Origem, NA = Nativa da Amazônia, EA = Exótica da Amazônia e EB = Exótica do Brasil; NI = Número de Indivíduos. .... 58

99	<b>1. Revisão bibliográfica.....</b>	<b>12</b>
100	<b>2. Questões científicas, hipóteses e objetivos.....</b>	<b>16</b>
101	<b>3. Referências.....</b>	<b>17</b>
102	<b>Capítulo I.....</b>	<b>21</b>
103	<b>Composição arbórea de praças urbanas de uma capital da Amazônia: existe um</b>	
104	<b>padrão entre os distritos administrativos? .....</b>	<b>21</b>
105	1. Introdução.....	21
106	2. Material e métodos .....	23
107	3. Resultados.....	26
108	4. Discussão .....	36
109	5. Conclusão .....	38
110	6. Referências .....	38
111	<b>Capítulo II.....</b>	<b>43</b>
112	<b>Arborização de praças em uma capital amazônica: quais espécies e aspectos devem</b>	
113	<b>ser considerados? .....</b>	<b>43</b>
114	<b>Resumo .....</b>	<b>43</b>
115	1. Introdução.....	43
116	2. Material e métodos .....	45
117	3. Resultados .....	48
118	4. Discussão.....	49
119	5. Conclusão.....	54
120	6. Referências.....	54
121	<b>Considerações finais .....</b>	<b>57</b>
122	<b>Material Suplementar .....</b>	<b>58</b>
123		
124		

## 125 **1. Revisão bibliográfica**

### 126 **1.1. Ecossistemas florestais urbanos**

127 O acelerado crescimento populacional das cidades levou a um desordenamento  
128 na ocupação dos espaços urbanos nos últimos anos, causando danos ambientais cada  
129 vez mais perceptíveis, como a redução de áreas florestadas e a perda de diversidade  
130 (Pereira Júnior et al. 2018), as quais estão diretamente ligadas com a qualidade de vida  
131 no meio urbano. Além disso, a perda de diversidade faunística e florística nas cidades  
132 pode estar ligada diretamente aos altos índices de urbanização (Ferreira et al. 2021).  
133 Outros efeitos negativos podem estar atrelados a urbanização, como o aumento do  
134 escoamento superficial do solo devido a diminuição nos índices de cobertura vegetal,  
135 sendo que a perda destes componentes ecológicos traz sérios problemas e podem  
136 resultar em áreas urbanas nocivas à população (Alves and Formiga 2019).

137 Em contrapartida, as florestas urbanas podem minimizar os problemas da  
138 urbanização, como as variações térmicas, assimilando gás carbônico da atmosfera e  
139 diminuindo os efeitos negativos das mudanças climáticas (Uniyal et al. 2022). Estes  
140 ecossistemas normalmente são espaços livres de construções, tendo como proposta a  
141 possibilidade de lazer, com a predominância de áreas vegetadas (Nucci 2008). A  
142 presença destes espaços verdes nas cidades é essencial para a manutenção de serviços  
143 ambientais, e a mitigação dos efeitos da urbanização (Peres et al. 2018), por  
144 proporcionarem também serviços como a deposição e ciclagem de nutrientes da liteira  
145 produzida pelas espécies no entorno e servem ainda como abrigo para fauna silvestre,  
146 além disso, as áreas verdes têm a função de produção de subsídios, devido a existência  
147 de espécies frutíferas, com potencial medicinal e ornamental (Gaudereto et al. 2018).

148 Além dos benefícios ambientais, as áreas verdes urbanas são excelentes formas  
149 de recreação para a população, gerando um ambiente natural em meio às mudanças  
150 estruturais dos centros urbanos e servem ainda como espaço de lazer e descanso, devido  
151 ao fato de transmitirem a sensação de segurança e pertencimento aos seus  
152 frequentadores, os quais podem usufruir de serviços ecossistêmicos culturais  
153 (Christoforidi et al. 2022; Oviedo et al. 2022).

154 Os espaços vegetados urbanos englobam áreas verdes, sendo espaços com  
155 predomínio de vegetação arbórea, como parques, praças e jardins. Os parques urbanos  
156 são espaços maiores que as outras duas categorias, tendo função ecológica, estética e de  
157 recreação. As praças podem ser caracterizadas como um espaço urbano público, com a

158 função de convivência e recreação, com elementos de vegetais e construídos (Dorigo  
159 and Ferreira 2015)

160

## 161 **1.2. Praças: Malefícios e benefícios**

162 A arborização urbana tem sido uma solução para combater os efeitos do  
163 crescimento desordenado das cidades, como perda de biodiversidade, auxiliando na  
164 proteção dos ecossistemas urbanos, além disso, oferece diversos benefícios para a  
165 população, gerando bem-estar e qualidade de vida (Wolf et al. 2020). Em locais que não  
166 possuem estruturas verdes próximas às residências, os cidadãos são mais susceptíveis a  
167 deterioração da estabilidade emocional, sendo assim, em áreas residenciais arborizadas  
168 menor será o aumento do estresse (Jato-Espino et al. 2022).

169 Como exemplo de espaços urbanos arborizados, as praças são caracterizadas por  
170 apresentarem infraestrutura verde dominante em harmonia com elementos  
171 arquitetônicos, realizando também um papel importante na manutenção dos serviços  
172 ambientais, que promovem lazer, recreação, socialização, cultura e pode ser um espaço  
173 que possibilita a geração de renda e subsistência para a população (Agustini et al. 2022).  
174 Entretanto, praças são sistemas frágeis e susceptíveis aos impactos da antropização,  
175 devido ao fato de pertencerem às áreas urbanas, devendo por isso, serem planejadas e  
176 administradas adequadamente para a sustentação de suas funções, além da diminuição  
177 de custos de manutenção (Prado and Doria 2021). Sendo assim, inventários florísticos  
178 são úteis para compreender a dinâmica da vegetação e paralelamente elaborar medidas  
179 de conservação apropriadas (Teixeira et al. 2016).

180 O planejamento é indispensável para implantação eficiente das espécies vegetais  
181 em áreas urbanas, com a seleção daquelas mais adaptadas às condições edafoclimáticas  
182 do local, levando em consideração os seus aspectos fisiológicos, como o crescimento da  
183 espécie, floração, amadurecimento dos frutos e formato de copa (Tabatabaie et al.  
184 2023). Outra característica que deve ser observada é a capacidade de sombreamento,  
185 bem como se as estruturas arbóreas não entrarão em conflito com os elementos e  
186 equipamentos urbanos, como postes, fiação elétrica e calçamento (Oliveira et al. 2019).  
187 Adicionalmente, após a pandemia de COVID-19, as praças urbanas e outras áreas  
188 verdes vêm se tornando espaços mais valorizados para a interação homem-natureza, e  
189 sendo uma das principais fornecedoras de serviços ambientais (Yao et al. 2022).

190 Assim com os indivíduos arbóreos podem apresentar benefícios para a  
191 população, na ausência de planejamento e manutenção, estes indivíduos podem

192 apresentar desserviços ecossistêmicos, que são definidos como processos e atributos  
193 proporcionados pelo ecossistema resultando em impactos nocivos ao bem estar da  
194 população (Shackleton et al. 2016). Estes malefícios podem ser desde um ambiente  
195 alergênico proporcionado pelas áreas verdes (Cariñanos et al. 2017), e até riscos  
196 causados devido a falha das árvores, influenciando em danos às infraestruturas urbanas  
197 e conseqüentemente a população, como prejuízos ao calçamento, danos causados pela  
198 queda das árvores e pelo crescimento irregular de suas copas (Masini et al. 2023a).

199

### 200 **1.3. Avaliação de praças**

201 Com o levantamento da arborização das praças torna-se possível avaliar as suas  
202 condições atuais e, a partir delas, elaborar medidas de manutenção e adequação.  
203 Durante o monitoramento, avalia-se o estado geral dos indivíduos, a necessidade de  
204 podas, os problemas fitossanitários, a diversidade, a eficiência da cobertura arbórea e o  
205 sombreamento (Lopes et al. 2021). Todos esses parâmetros podem ser observados por  
206 levantamentos quali-quantitativos, ou ainda em visitas e observações que podem ser  
207 estáticas ou contínuas, por meio de inventários florísticos (Vilarinho et al. 2021).

208 O estudo da composição florística e da fitossociologia é importante para  
209 entender a estrutura da vegetação. No planejamento da arborização urbana é necessário  
210 levar em consideração a utilização de espécies nativas da região, entretanto, é observado  
211 que no Brasil, há uma predominância de espécies exóticas utilizadas nas praças e outras  
212 áreas verdes (Silva and Ribeiro 2017; Agustini et al. 2022). A utilização de espécies  
213 exóticas é nociva para o ecossistema urbano e a sua presença pode resultar em  
214 alterações que ocasionam a perda da biodiversidade genética do local. Outro problema é  
215 a predominância de uma única espécie, característica de ambientes florestais urbanos  
216 com pouca diversidade e equabilidade na distribuição dos indivíduos (Silva and Ribeiro  
217 2017; Pereira et al. 2020; Musselli et al. 2020).

218 Além da composição e diversidade florística, variáveis dendrométricas, como a  
219 medição do diâmetro à altura do peito (DAP), área de projeção de copa e altura total dos  
220 indivíduos arbóreos e/ou arbustivos refletem no seu desenvolvimento e crescimento,  
221 estando diretamente ligados aos serviços ecossistêmicos de sombreamento do espaço  
222 físico (Carceneri et al. 2016a; Maria et al. 2016; Gonçalves et al. 2017), bem como os  
223 problemas decorrentes do conflito com elementos arquitetônicos.

224 Atualmente novas metodologias estão sendo elaboradas e utilizadas para o  
225 monitoramento florestal e para a arborização urbana não é diferente. O

226 geoprocessamento é uma das ferramentas utilizadas para avaliação da arborização nas  
227 cidades, sendo possível avaliar o índice de vegetação destas áreas (Zahir et al. 2024) e a  
228 distribuição espacial dos indivíduos, o que facilita a visualização da proporção da  
229 arborização em diferentes áreas das praças e até mesmo de uma cidade (Wallace et al.  
230 2021). Além disso, é possível fazer o levantamento da cobertura de copa e calcular a  
231 relação da área ocupada pela copa das árvores com a área total dos centros urbanos  
232 (Guo et al. 2024). O uso do geoprocessamento vem contribuindo para o conhecimento  
233 na área florestal (Pinagé and Matricardi 2015), como por exemplo, tornando mais  
234 práticos os estudos de planejamento e gestão urbana (Pereira et al. 2020; Ferrari et al.  
235 2020).

236

#### 237 **1.4. Histórico de desenvolvimento de Belém do Pará**

238 A cidade de Belém, durante o período da borracha, no mandato de Antônio  
239 Lemos, passou por uma intensificação da urbanização, favorecendo a limpeza urbana,  
240 pavimentação das vias e a implantação de áreas verdes, levando a cidade a uma  
241 renovação estética, sendo que a urbanização de Belém teve influência europeia no  
242 século XIX, onde foram priorizados princípios higienistas e sanitaristas (Sarges 2000;  
243 Amaral 2005). Os padrões europeus tiveram forte influência no incentivo da arborização  
244 da cidade de Belém, com inspiração nas áreas verdes urbanas do centro de Paris,  
245 Antônio Lemos iniciou os projetos de arborização nas áreas nobres de Belém (Andrade  
246 et al. 2003).

247 Na escolha das espécies diversos parâmetros foram levados em consideração,  
248 como a adaptação ao ambiente, rápido crescimento, copas densas e frondosas. Com isso,  
249 na época, a mangueira (*Mangifera indica* L.) atendeu a todas estas características, e  
250 mostrou-se eficiente ao mitigar os problemas da cidade à época, tais como a necessidade  
251 da criação de um microclima agradável, paisagem atrativa e vistosa (Andrade et al.  
252 2003).

253 Entretanto, com o tempo, percebeu-se que a mangueira apresentava  
254 características que não seriam ideais para a utilização em vias urbanas, como o sistema  
255 radicular superficial, frutos grandes que poderiam trazer danos as pessoas e aos  
256 equipamentos públicos, e um sombreamento intenso, sendo assim, diminuindo a  
257 visibilidade no entorno durante o período noturno, com isso, houve a necessidade de  
258 uma possível substituição nas vias da cidade. Sendo assim, é necessário realizar  
259 monitoramentos e avaliações contínuas do estado destas árvores na cidade de Belém.

260 Atualmente, a mangueira tem relevância para o cidadão belenense, além de ser uma  
261 espécie tombada pelo patrimônio histórico da cidade (Silva et al. 2015).

262

## 263 **2. Questões científicas, hipóteses e objetivos**

### 264 **2.1. Questões científicas e Hipóteses**

265 Q1: Os distritos administrativos de Belém divergem quanto a composição florística das  
266 praças, ou segue-se um padrão para a cidade?

267 Q2) As espécies exóticas são mais utilizadas na arborização de praças em todos os  
268 distritos em detrimento das nativas?

269 Q3) As características morfométricas e ecológicas são bons indicadores para a seleção  
270 de espécies para a arborização de praças?

271 H1) A composição de espécies das praças de Belém-PA é diferente entre os distritos  
272 avaliados, não apresentando um padrão para a cidade.

273 H2) A densidade de espécies exóticas é maior em relação as nativas nas praças dos  
274 distritos administrativos de Belém-PA.

275 H3) As relações morfométricas e características ecológicas podem ser uteis para auxiliar  
276 na seleção de espécies para a arborização das praças.

277

### 278 **2.2. Objetivos gerais**

279 Avaliar a composição florística de praças distribuídas em seis distritos administrativos  
280 do município de Belém, Pará, Amazônia Oriental e avaliar a qualidade das espécies para  
281 o fornecimento de benefícios da arborização de praças em uma capital Amazônica, com  
282 base em parâmetros morfométricos e ecológicos.

### 283 **2.3. Objetivos específicos**

284 • Avaliar por meio de levantamentos florísticos, índices de diversidade, origem e  
285 status de conservação da composição arbórea de praças em seis distritos  
286 administrativos da cidade de Belém, Amazônia Oriental.

287 • Selecionar espécies com base em parâmetros morfométricos e ecológicos são  
288 para a arborização urbana de praças e quais são as espécies arbóreas mais  
289 indicadas.

290

### 291 3. Referências

- 292 Agustini, M. V. G. B., Vanzela, L. S., Lima, L. D. dos S. C., & Vazquez, G. H. (2022).  
293 AVALIAÇÃO DAS PRAÇAS DE FERNANDÓPOLIS, ESTADO DE SÃO  
294 PAULO, BRASIL. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
295 17(2), 50. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v17i2.86456>
- 296 Alves, P. L., & Formiga, K. T. M. (2019). Effects of urban afforestation on the  
297 reduction of runoff and on the peak flow delay. *Ciencia Florestal*, 29(1), 193–207.  
298 <https://doi.org/10.5902/1980509825820>
- 299 Amaral, M. D. B. (2005). *"A guerra das águas": concepções e práticas de*  
300 *planejamento e gestão urbana na Orla Fluvial de Belém (PA)*. Universidade  
301 Federal do Pará.
- 302 Andrade, R. de O. de, Gazzaneo, L. M. C., & Tângari, V. R. (2003). *Antônio Lemos e as*  
303 *obras de melhoramentos urbanos em Belém: a Praça da República como estudo de*  
304 *caso*. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- 305 Carcereri, V. H., Biondi, D., & Batista, A. C. (2016). Análise da cobertura arbórea das  
306 praças de Curitiba – PR. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
307 11(2), 12. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i2.63411>
- 308 Cariñanos, P., Casares-Porcel, M., Díaz de la Guardia, C., Aira, M. J., Belmonte, J.,  
309 Boi, M., Elvira-Rendueles, B., De Linares, C., Fernández-Rodríguez, S., Maya-  
310 Manzano, J. M., Pérez-Badía, R., Rodríguez-de la Cruz, D., Rodríguez-Rajo, F. J.,  
311 Rojo-Úbeda, J., Romero-Zarco, C., Sánchez-Reyes, E., Sánchez-Sánchez, J.,  
312 Tormo-Molina, R., & Vega Maray, A. M. (2017). Assessing allergenicity in urban  
313 parks: A nature-based solution to reduce the impact on public health.  
314 *Environmental Research*, 155, 219–227.  
315 <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.02.015>
- 316 Christoforidi, I., Kollaros, D., Papadakaki, M., Psaroudaki, A., Antoniou, T., &  
317 Daliakopoulos, I. N. (2022). A novel index for assessing perceived availability and  
318 public demand for urban green space: Application in a Mediterranean island.  
319 *Urban Forestry & Urban Greening*, 69, 127498.  
320 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127498>
- 321 Dorigo, T., & Ferreira, A. P. (2015). Contribuições da Percepção Ambiental de  
322 Freqüentadores Sobre Praças e Parques no Brasil (2009-2013): Revisão  
323 Bibliográfica. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 4(3), 31–45.  
324 <https://doi.org/10.5585/geas.v4i3.138>
- 325 Ferrari, L. L., Lan, R. D. O., Ferrari, S. L., Cabral, R. P., & Ferrari, J. L. (2020).  
326 MAPEAMENTO DA ARBORIZAÇÃO DE RUAS NA CIDADE DE ALEGRE,  
327 ESPÍRITO SANTO. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
328 15(4), 109. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v15i4.76465>
- 329 Ferreira, F. S., Solórzano, J. C. J., & Suárez, Y. R. (2021). Influence of urbanization on  
330 stream fish assemblages in three microbasins in the Upper Paraná River Basin.  
331 *Brazilian Journal of Biology*, 83. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.247384>
- 332 Gaudereto, G. L., GALLARDO, A. L. C. F., FERREIRA, M. L., NASCIMENTO, A. P.  
333 B. DO, & MANTOVANI, W. (2018). EVALUATION OF ECOSYSTEM  
334 SERVICES AND MANAGEMENT OF URBAN GREEN AREAS:  
335 PROMOTING HEALTHY AND SUSTAINABLE CITIES. *Ambiente &*  
336 *Sociedade*, 21. <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0120r3vu1814td>

- 337 Gonçalves, W. B., José Coral, D., & Siqueira, M. V. B. M. (2017).  
338 CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO BAIRRO CENTRO  
339 DO MUNICÍPIO DE IBITINGA/SP. *Revista Da Sociedade Brasileira de*  
340 *Arborização Urbana*, 12(3), 66. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v12i3.63537>
- 341 Guo, J., Liu, Z., & Zhu, X. X. (2024). Assessing the macro-scale patterns of urban tree  
342 canopy cover in Brazil using high-resolution remote sensing images. *Sustainable*  
343 *Cities and Society*, 100, 105003. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.105003>
- 344 Jato-Espino, D., Moscardó, V., Vallina Rodríguez, A., & Lázaro, E. (2022). Spatial  
345 statistical analysis of the relationship between self-reported mental health during  
346 the COVID-19 lockdown and closeness to green infrastructure. *Urban Forestry &*  
347 *Urban Greening*, 68, 127457. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127457>
- 348 Lopes, F. S., Valente Da Cruz, F., Suelen Da, M., Wanzerley, S., De, J. I., Rodrigues,  
349 M., Dos, W., Barros, S., Bruno, W., & Martins, R. (2021). Diagnóstico quali-  
350 quantitativo da arborização de três avenidas de Marabá-Pará. *Revista Da Sociedade*  
351 *Brasileira de Arborização Urbana*, 16(3), 63–75.
- 352 Maria, T. R. B. de C., Biondi, D., & Bobrowski, R. (2016). INVENTÁRIO  
353 FLORÍSTICO QUALI-QUANTITATIVO DAS VIAS PÚBLICAS DE  
354 ITANHAÉM -SP. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 11(4),  
355 79. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i4.63442>
- 356 Masini, E., Tomao, A., Corona, P., Fattorini, L., Giuliarelli, D., Portoghesi, L., &  
357 Agrimi, M. (2023). The ecosystem disservices of trees on sidewalks: A study based  
358 on a municipality urban tree inventory in Central Italy. *Urban Forestry & Urban*  
359 *Greening*, 86, 128007. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128007>
- 360 Musselli, J. F., Martinez, N. M., & Rocha-Lima, A. B. C. (2020). FITOSSANIDADE  
361 DA FLORESTA URBANA LINEAR DA RUA ANCHIETA EM JUNDIAÍ-SP,  
362 BRASIL. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 15(4), 93.  
363 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v15i4.75452>
- 364 Nucci, J. C. (2008). *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: Um estudo de*  
365 *Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*  
366 (Autor, Ed.; 2a).
- 367 Oliveira, M. R. G. de, Castro, V. L. C., Vieira, C. de F., Maciel, C. A., & Abreu, L. P.  
368 de. (2019). Análise quali-quantitativa da arborização da avenida Getúlio Lustosa  
369 Nogueira , Cristalândia - Piauí ( Brasil ). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*,  
370 7(2), 10–18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3524799>
- 371 Oviedo, M., Drescher, M., & Dean, J. (2022). Urban greenspace access, uses, and  
372 values: A case study of user perceptions in metropolitan ravine parks. *Urban*  
373 *Forestry & Urban Greening*, 70, 127522.  
374 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127522>
- 375 Pereira, J. V. R., Girardi, L. B., Menegaes, J. F., Ferreira, Í. G., & Monteiro, D. M.  
376 (2020). Levantamento Da Arborização Do Canteiro Central Da Avenida Brasil  
377 (Bairro Centro) No Município De Passo Fundo, Rs. *Revista Da Sociedade*  
378 *Brasileira de Arborização Urbana*, 15(4), 62.  
379 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v15i4.73873>
- 380 Pereira Júnior, A., Rodrigues, A., Conceição, M., & Pereira, L. (2018). Paredes verdes,  
381 urbanização, vegetação e as tendências de variações da temperatura, umidade do ar  
382 e ventos. *Enciclopédia Biosfera*, 15(28), 1093–1108.  
383 [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2018B124](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018B124)

- 384 Peres, R. B., Figueiredo, A. N., Iared, V. G., Munhoz, P. A., & Oliveira, H. T. de.  
385 (2018). Qualificação de áreas verdes na cidade de São Carlos (S.P.): análise de  
386 usos e propostas de gestão ambiental com foco na microbacia hidrográfica do  
387 córrego Santa Maria do Leme. *Sociedade & Natureza*, 30(1), 158–182.  
388 <https://doi.org/10.14393/SN-v30n1-2018-7>
- 389 Pinagé, E. R., & Matricardi, E. A. T. (2015). Detecção da Infraestrutura para  
390 Exploração Florestal em Rondônia Utilizando Dados de Sensoriamento Remoto.  
391 *Floresta e Ambiente*, 22(3), 377–390. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.064013>
- 392 Prado, D. C., & Doria, K. M. A. B. V. S. (2021). Inventário da arborização urbana nas  
393 praças de Caraguatatuba-SP. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização*  
394 *Urbana*, 16(1), 66. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v16i1.77058>
- 395 Sarges, M. de N. (2000). *Belém: riquezas produzindo a Belle-Époque (1870-1912)* (3a).
- 396 Shackleton, C. M., Ruwanza, S., Sinasson Sanni, G. K., Bennett, S., De Lacy, P.,  
397 Modipa, R., Mtati, N., Sachikonye, M., & Thondhlana, G. (2016). Unpacking  
398 Pandora’s Box: Understanding and Categorising Ecosystem Disservices for  
399 Environmental Management and Human Wellbeing. *Ecosystems*, 19(4), 587–600.  
400 <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9952-z>
- 401 Silva, D. A., Batista, D. B., & Batista, A. C. (2015). PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO  
402 QUANTO A ARBORIZAÇÃO COM Mangifera indica L. (MANGUEIRA) NAS  
403 RUAS DE BELÉM - PA. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização*  
404 *Urbana*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v10i1.63081>
- 405 Silva, I. D. C., & Ribeiro, V. T. (2017). ARBORIZAÇÃO URBANA NA CIDADE DE  
406 PAULISTANA-PI: UMA ANÁLISE DAS PRAÇAS PÚBLICAS. *Revista Da*  
407 *Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 12(1), 79.  
408 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v12i1.63417>
- 409 Tabatabaie, S., Litt, J. S., & Muller, B. H. F. (2023). Sidewalks, trees and shade matter:  
410 A visual landscape assessment approach to understanding people’s preferences for  
411 walking. *Urban Forestry & Urban Greening*, 84, 127931.  
412 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127931>
- 413 Teixeira, I. F., De Figueiredo, F. M., Taborda, I. G. R., & Soares, L. M. (2016).  
414 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DA PRAÇA CAMILO MÉRCIO NO  
415 CENTRO HISTÓRICO DE SÃO GABRIEL, RS. *Revista Da Sociedade Brasileira*  
416 *de Arborização Urbana*, 11(1), 01. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i1.63236>
- 417 Uniyal, S., Purohit, S., Chaurasia, K., Rao, S. S., & Amminedu, E. (2022).  
418 Quantification of carbon sequestration by urban forest using Landsat 8 OLI and  
419 machine learning algorithms in Jodhpur, India. *Urban Forestry & Urban*  
420 *Greening*, 67, 127445. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127445>
- 421 Vilarinho, T. D. O., Nicchio, B., & De Oliveira, M. D. R. (2021). LEVANTAMENTO  
422 QUALI-QUANTITATIVO DA ARBORIZAÇÃO DAS VIAS URBANAS DO  
423 BAIRRO CIDADE JARDIM, UBERLÂNDIA - MG. *Revista Da Sociedade*  
424 *Brasileira de Arborização Urbana*, 16(3), 49.  
425 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v16i3.78763>
- 426 Wallace, L., Sun, Q. (Chayn), Hally, B., Hillman, S., Both, A., Hurley, J., & Martin  
427 Saldias, D. S. (2021). Linking urban tree inventories to remote sensing data for  
428 individual tree mapping. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61, 127106.  
429 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127106>

430 Wolf, K. L., Lam, S. T., McKeen, J. K., Richardson, G. R. A., van den Bosch, M., &  
431 Bardekjian, A. C. (2020). Urban Trees and Human Health: A Scoping Review.  
432 *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4371.  
433 <https://doi.org/10.3390/ijerph17124371>

434 Yao, Y., Lu, Y., Guan, Q., & Wang, R. (2022). Can parkland mitigate mental health  
435 burden imposed by the COVID-19? A national study in China. *Urban Forestry &*  
436 *Urban Greening*, 67, 127451. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127451>

437 Zahir, I. L. M., Nuskiya, M. H. F., Sangasumana, Ven. P., Iyoob, A. L., & Ameer, M. L.  
438 F. (2024). Monitoring Urban Green Space Using Remote Sensing Derived-  
439 vegetation Indices in Colombo District, Sri Lanka. *Procedia Computer Science*,  
440 236, 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.05.028>

441

442

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456

457

458

459

460

461

462

463

464

## 465 **Capítulo I**

466

### 467 **Composição arbórea de praças urbanas de uma capital da Amazônia: existe um** 468 **padrão entre os distritos administrativos?**

469

470 *(Submetido: Urban Ecosystems – JCR = 3.3, Qualis A1)*

471

#### 472 **Resumo**

473 Uma das principais características da região Amazônia é a sua extensa área florestal e  
474 enorme biodiversidade florística. Entretanto, essa exuberância vegetal não tem sido  
475 perceptível nos centros urbanos das cidades, com significativa falta de planejamento e  
476 compromisso com as praças. Tais espaços apresentam funções e serviços ecossistêmicos  
477 para a sociedade, mas também podem acarretar desserviços quando mal planejados.  
478 Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição florística de praças  
479 distribuídas em seis distritos administrativos da cidade de Belém por meio de  
480 inventários florísticos. Para isso, foram analisadas a composição florística, a densidade,  
481 a similaridade, a origem, o status de conservação e as diversidades alfa e beta. Nossos  
482 resultados demonstraram a predominância das famílias Anacardiaceae, Bignoniaceae,  
483 Fabaceae, Chrysobalanaceae e Myrtaceae, sendo que mais de 70% dos indivíduos foram  
484 considerados exóticos da região Amazônia e do Brasil, sendo *Handroanthus*  
485 *heptaphyllus* (Vell.) Matos, *Mangifera indica* L., *Moquilea tomentosa* Benth. e *Ficus*  
486 *benjamina* L., as espécies mais encontradas nas praças de Belém. Foi observado no  
487 Distrito Administrativo de Belém (DABEL) um maior número de indivíduos de  
488 espécies exóticas do Brasil em relação as exóticas da Amazônia. O Distrito  
489 Administrativo da Sacramento (DASAC), apresentou maior dominância de indivíduos  
490 de espécies exóticas da Amazônia. *Mangifera indica*, é uma espécie exótica dominante  
491 em DABEL devido ao contexto histórico da cidade. Entretanto, nos outros distritos  
492 encontramos uma dominância do gênero *Handroanthus*, possivelmente por conta do  
493 crescimento rápido e efeito estético positivo com a floração. Por fim, percebemos a  
494 presença de espécies nas categorias de risco para ameaça de extinção, indicando assim,  
495 o potencial das praças para a conservação das espécies.

496 **Palavras-chave:** Arborização urbana; diversidade florística; origem das espécies;  
497 serviços ou desserviços ecossistêmicos.

498

#### 499 **1. Introdução**

500 Paradoxalmente à enorme área florestada, à vegetação densa, e à vasta  
501 diversidade características da região amazônica (Pavão et al. 2015), tem-se a expansão  
502 desordenada dos centros urbanos. A falta de planejamento nestes ambientes acarreta na  
503 redução de áreas verdes, as quais são necessárias para o usufruto dos serviços  
504 ecossistêmicos e recreativos por parte da população (Oliveira et al. 2013; Zhang and  
505 Tan 2023), ainda que em diversas localidades a distribuição dessas áreas verdes pela  
506 cidade ocorra de maneira irregular (Barbosa et al. 2007; Zhou and Kim 2013; Tan and

507 Samsudin 2017). Normalmente a arborização das grandes metrópoles está atrelada a  
508 áreas centrais e com maior renda per capita (Mustafa et al. 2023), aumentando a  
509 valorização imobiliária dos bairros e limitando o acesso às áreas verdes (Jung 2023). No  
510 entanto, apesar da disparidade no acesso às áreas verdes, a implementação e  
511 popularização delas continuam sendo excelentes medidas frente à crise climática global  
512 (Lee 2021), pois a cobertura vegetal provê benefícios, como a manutenção climática, a  
513 proteção do solo e a drenagem das águas pluviais (Alves et al., 2018).

514 As praças são exemplos de áreas verdes urbanas caracterizadas por áreas  
515 pequenas, com árvores, arbustos e flores em sua composição, e com a presença de  
516 bancos e parques infantis (Biernacka and Kronenberg 2018). Esses locais estão  
517 relacionados às contribuições ecológicas, sociais e econômicas em ambientes  
518 antropizados (Londe and Mendes 2014), porém são negligenciados no contexto do  
519 desenvolvimento das cidades e, normalmente, encontram-se poluídos e/ou sem a  
520 manutenção adequada, resultando em desserviços para a população (Bargos and Matias  
521 2019). Os tipos de desserviços englobam o prejuízo ao calçamento ocasionado pela  
522 expansão do sistema radicular, danos a fiação elétrica ou elementos arquitetônicos  
523 (ocasionados pelo crescimento dos ramos e da copa em geral) e a ausência de  
524 sombreamento (Masini et al. 2023b). Outros problemas estão relacionados à baixa  
525 diversidade e à predominância de espécies exóticas (Periotto et al. 2016; Moraes et al.  
526 2022), sendo que algumas são invasoras.

527 Para a resolução da problemática dos desserviços e da ausência de áreas verdes  
528 em centros urbanos, a utilização do paisagismo se mostra como uma solução, sendo  
529 uma técnica que tem como intuito proporcionar a sensação de conforto às populações  
530 que frequentam os espaços públicos nos centros urbanos, além de valorizar a ecologia e  
531 as características locais (Alam et al. 2017; Sahraoui et al. 2021). O Brasil é um país  
532 megabiodiverso e sua vegetação apresenta grande potencial para estes fins, onde  
533 aproximadamente 50 mil espécies vegetais se destacam pelo seu alto potencial de  
534 utilização na ornamentação de ecossistemas florestais urbanos (Rufino; Silino; Moro,  
535 2019). No entanto, o município de Belém, capital inserida na Amazônia brasileira e sede  
536 da 30ª Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança  
537 do Clima (COP30), dispõe de apenas 0,06% da área total da cidade destinada às praças  
538 (PMB, 2020). Do total, 40% das praças concentram-se no distrito central (PMB, 2020),  
539 evidenciando a disparidade de acesso às áreas verdes e sugerindo que há uma

540 arborização deficiente e inadequada nos distritos periféricos, tornando necessária a  
541 caracterização e o avaliação das espécies no município.

542 O monitoramento, por meio de inventários florísticos, é considerado uma  
543 ferramenta essencial na garantia dos benefícios gerados pelas florestas urbanas (Manfrin  
544 et al. 2019). Além disso, através de avaliações quali-quantitativas é possível observar  
545 parâmetros como a riqueza, a frequência e a quantidade total de indivíduos, facilitando  
546 o planejamento para execução adequada do manejo (Wanderley et al. 2018). Diante  
547 disso, esta pesquisa partiu das seguintes hipóteses: A composição de espécies das praças  
548 de Belém-PA é diferente entre os distritos avaliados; e a densidade de espécies exóticas  
549 é maior em relação as nativas nas praças dos distritos administrativos de Belém-PA.  
550 Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição florística de praças  
551 distribuídas em seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia  
552 Oriental.

553

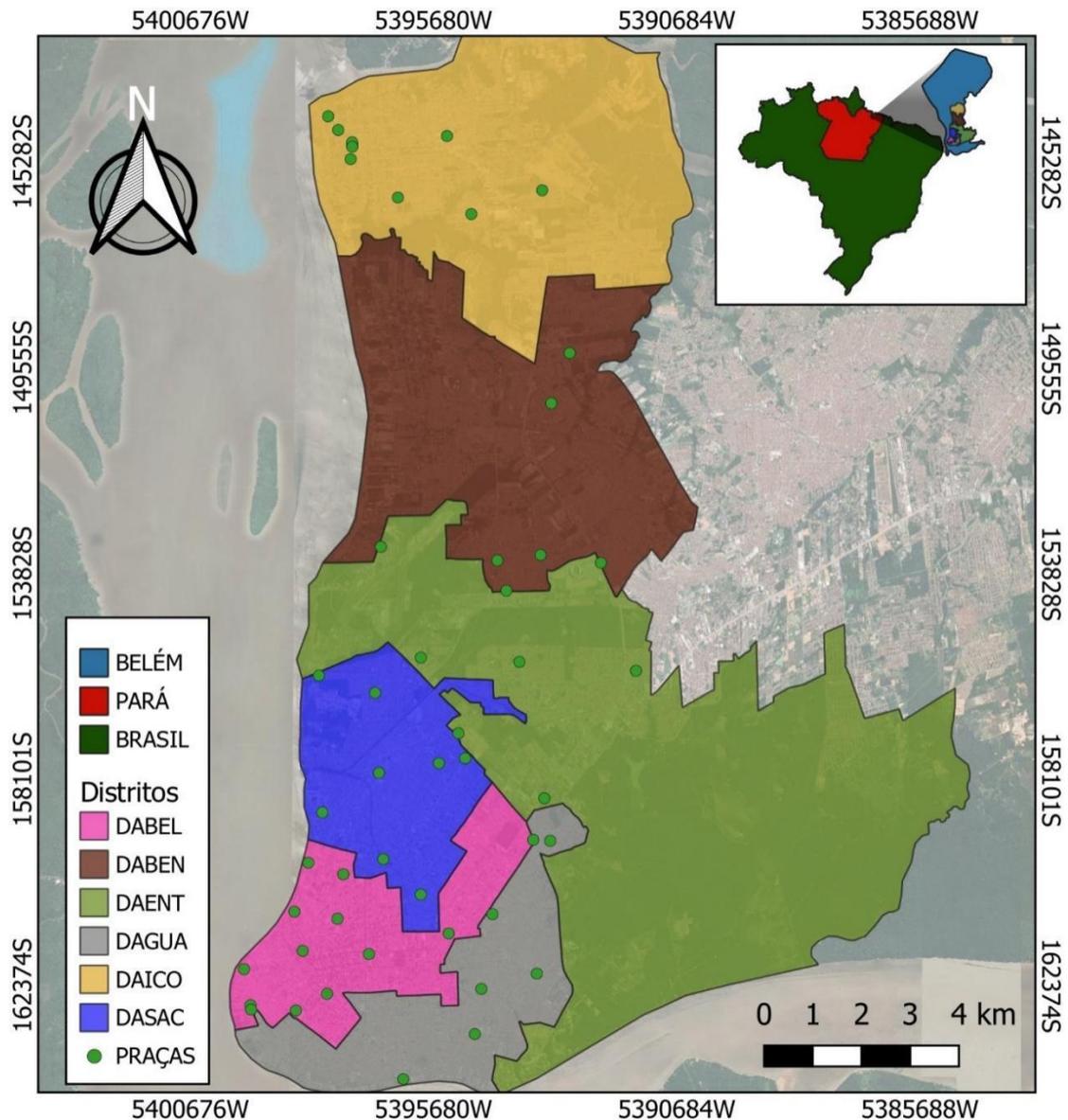
## 554 **2. Material e métodos**

### 555 **2.1. Área de estudo**

556 A cidade de Belém conta com cerca de 1.393.399 de habitantes, distribuídos em  
557 8 distritos administrativos, sendo os continentais: Distrito Administrativo de Belém  
558 (144.948), Distrito Administrativo do Benguí (284.670), Distrito Administrativo do  
559 Entroncamento (125.400), Distrito Administrativo do Guamá (342.742), Distrito  
560 Administrativo de Icoaraci (167.035) e Distrito da Sacramenta (256.641). Já os distritos  
561 fluviais sendo o Distrito Administrativo de Mosqueiro (33.731) e Distrito Administrativo  
562 de Outeiro (38.731) (PMB 2020). De acordo com a classificação de Koppen, o clima da  
563 cidade é considerado Af (Alvares et al. 2013).

564

565



566

567 **Figura 1.** Praças avaliadas quanto à composição florística em seis distritos  
 568 administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia Oriental. DABEL = Distrito  
 569 Administrativo de Belém; DABEN = Distrito Administrativo do Bengui; DAENT =  
 570 Distrito Administrativo do Entroncamento; DAGUA = Distrito Administrativo do  
 571 Guamá; DAICO = Distrito Administrativo de Icoaraci; DASAC = Distrito  
 572 Administrativo da Sacramento.

573

574 O estudo foi realizado em 50 praças localizadas na cidade de Belém, estado do  
 575 Pará, Brasil (Fig. 1). As praças foram selecionadas de maneira aleatória visando abranger  
 576 as 201 praças, de uma intensidade amostral de 47 praças localizadas em seis distritos  
 577 administrativos da área continental da cidade, sendo eles: 1ª) DABEL: Distrito  
 578 Administrativo de Belém (n = 14), 2ª) DAGUA: Distrito Administrativo do Guamá (n =  
 579 5), 3ª) DABEN: Distrito Administrativo do Bengui (n = 4), 4ª) DASAC: Distrito

580 Administrativo da Sacramento (n = 8), 5<sup>a</sup>) DAENT: Distrito Administrativo do  
581 Entroncamento (n = 9) e 6<sup>a</sup>) DAICO: Distrito Administrativo de Icoaraci (n = 10) (PMB  
582 2020).

583

## 584 **2.2. Coleta de dados**

585 A coleta de dados foi realizada no período de novembro de 2022 a julho de  
586 2023, onde todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,30 m do solo (DAP)  $\geq$  5,0  
587 cm foram mensurados. Consideraram-se arbóreos todos os indivíduos com DAP  $\geq$  5,0  
588 cm, de acordo com a classificação de Silva et al. (2005). As espécies foram  
589 identificadas *in situ* ou por meio de material botânico coletado e comparado com  
590 exemplares do herbário Felisberto Camargo da Universidade Federal Rural da  
591 Amazônia, campus Belém. Os nomes científicos tiveram sua grafia corrigida em  
592 comparação com o banco de dados do Missouri Botanical Garden (Tropicos, 2023),  
593 usando o sistema de classificação botânica “Angiosperm Phylogeny Group” (APG IV  
594 2016), as espécies brasileiras foram grafadas por meio do REFLORA (Flora e Funga do  
595 Brasil 2023). Além disso, as áreas das praças (m<sup>2</sup>) foram mensuradas.

596

### 597 *a) Origem das espécies e status de conservação*

598 As espécies foram classificadas quanto a sua origem em Nativa da Amazônia  
599 (N.A), Exótica da Amazônia (E.A) e Exótica do Brasil (E.B), por meio da base de dados  
600 do Refflora (Flora e Funga do Brasil 2023). Além disso, foram classificadas como  
601 Menos Preocupante (LC), Vulnerável (VU), Em risco (EN), Quase Ameaçado (NT), e  
602 Criticamente Ameaçada (CR), de acordo com o Status de Conservação, baseado na  
603 Lista Vermelha da IUCN (IUCN 2023).

604

### 605 *b) Densidade de espécies e indivíduos*

606 A densidade de espécies (sp./m<sup>2</sup>) e indivíduos (ind./m<sup>2</sup>) foram calculados por  
607 meio da divisão entre a quantidade (espécies ou indivíduos) pela área (m<sup>2</sup>) de cada praça  
608 avaliada. A abundância de indivíduos por origem também foi realizada em cada distrito.

609

### 610 *c) Índices de diversidade*

611 Para avaliar a diversidade alfa, calculou-se os índices de diversidades de  
612 Shannon-Weaver (H') e a equabilidade de Pielou (J'), de acordo com (Magurran 1988)  
613 e (Pielou 1966), para cada um dos distritos avaliados. A diversidade beta foi avaliada

614 por meio de uma matriz de dados binária (presença e ausência), considerando o número  
615 de distritos avaliados e o total de espécies amostradas. Após isso, com base em (Rogers  
616 and Tanimoto 1960) foi realizada uma estimativa de dissimilaridade florística entre as  
617 praças dos distritos.

618

### 619 **2.3. Análise de dados**

620 Os dados da origem das espécies por distrito foram testados quanto à  
621 normalidade e homoscedasticidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett,  
622 respectivamente, ambos a 5% de probabilidade de erro. No entanto, os pressupostos não  
623 foram atendidos e por isso realizou-se um teste não paramétrico de Kruskal-Wallis ( $p <$   
624  $0,05$ ), sendo que em caso de diferença significativa as medianas foram comparadas com  
625 o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). Foi avaliada a semelhança da riqueza das espécies entre os  
626 distritos, onde o esforço amostral foi padronizado (Gotelli and Colwell 2001), com o  
627 auxílio do pacote iNEXT (C Hsieh et al. 2014). O método da Unweighted Pair-Group  
628 Method Arithmetic Average (UPGMA) (Brower e Zar, 1977) foi utilizado para avaliar a  
629 dissimilaridade florística de Rogers e Tanimoto por meio de um dendrograma,  
630 utilizando o pacote MultivariateAnalysis (Azevedo 2021). Todas as análises foram  
631 realizadas com o auxílio dos softwares Excel 2016 e R, versão 4.2.2 (R Development  
632 Core Team 2021).

633

## 634 **3. Resultados**

635 Foram inventariados 1443 indivíduos distribuídos em 75 espécies e 27 famílias,  
636 sendo que as cinco famílias com maior número de indivíduos foram: Anacardiaceae  
637 (505), Bignoniaceae (385), Fabaceae (192), Chrysobalanaceae (72) e Myrtaceae (56)  
638 (Tabela 1). Do total de indivíduos, apenas 23,70% eram nativos da Amazônia (N.A),  
639 enquanto 50,52% foram classificados como exóticos do Brasil (E.B) e 25,78% exóticos  
640 da Amazônia (E.A) (Tabela 1).

641

642 **Tabela 1.** Composição florística das Praças pertencentes aos distritos do município de  
643 Belém, Amazônia Oriental. DA = Distrito administrativo, NA = Nativa da Amazônia,  
644 EA = Exótica da Amazônia e EB = Exótica do Brasil. SC = Status de Conservação, LC  
645 = Menos Preocupante, VU = Vulnerável, EN = Em perigo, NT = Quase ameaçada, CR  
646 = Criticamente em perigo, DD= Dados insuficientes, N = número de indivíduos.

DA	Espécie	Família	Densidade (ind.m <sup>-2</sup> )	Origem	SC	N
	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,02331	EB	DD	373
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,01721	EA	LC	96
	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	0,00937	EB	LC	5
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	0,00891	NA	EN	92
	<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0,00321	EA	LC	37
	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	0,00310	NA	LC	24
	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	0,00304	EB	LC	12
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	0,00277	NA	LC	17
	<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	0,00231	EB	LC	1
	<i>Azadirachta indica</i>	Meliaceae	0,00193	EB	LC	1
	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae	0,00168	EA	EN	20
	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	0,00113	EB	LC	4
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	0,00105	NA	EN	21
	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae	0,00090	EB	LC	4
	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	0,00087	NA	VU	5
	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	0,00055	EB	LC	5
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Bignoniaceae	0,00054	NA	LC	5
	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	0,00052	NA	LC	2
	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	0,00050	NA	LC	4
	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	0,00030	EB	LC	3
	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae	0,00026	EB	NE	5
	<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	0,00025	EB	LC	1
	<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	0,00024	NA	LC	2
BEL	<i>Swietenia mahagoni</i>	Meliaceae	0,00023	EB	NT	1
	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	0,00020	NA	LC	2
	<i>Endopleura uchi</i>	Humiriaceae	0,00019	NA	LC	2
	<i>Cynometra cauliflora</i>	Fabaceae	0,00017	EB	LC	5
	<i>Bixa orellana</i>	Bixaceae	0,00016	NA	LC	1
	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	0,00016	NA	LC	1
	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae	0,00014	EB	LC	4
	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	0,00011	EB	LC	4
	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	0,00009	NA	LC	5
	<i>Cenostigma tocantinum</i>	Fabaceae	0,00009	NA	LC	1
	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae	0,00009	EB	NE	1
	<i>Ficus maxima</i>	Moraceae	0,00007	NA	LC	3
	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	Rubiaceae	0,00007	EB	LC	2
	<i>Libidibia ferrea</i>	Fabaceae	0,00004	NA	LC	2
	<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	0,00003	NA	LC	1
	<i>Cassia leiandra</i>	Fabaceae	0,00003	NA	LC	1
	<i>Platonia insignis</i>	Clusiaceae	0,00003	NA	NE	1
	<i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i>	Fabaceae	0,00003	NA	LC	1
	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae	0,00002	NA	LC	1
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Bignoniaceae	0,00002	EB	VU	1
	<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	0,00002	NA	LC	1
	<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	0,00002	EA	NE	1
	<i>Schinus terebinthifolia</i>	Anacardiaceae	0,00002	EA	NE	1
	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	0,00002	EB	LC	1
	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	0,00452	EB	LC	4
BEN	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,00388	EA	LC	8
	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	0,00373	EB	LC	9

	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	0,00363	NA	LC	6
	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	0,00330	EB	LC	6
	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	0,00286	EB	LC	1
	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,00240	EB	DD	5
	<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae	0,00113	EB	LC	3
	<i>Tipuana tipu</i>	Fabaceae	0,00113	EB	LC	3
	<i>Fraxinus americana</i>	Oleaceae	0,00055	EB	CR	1
	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae	0,00055	EB	NE	1
	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	0,00038	EB	NE	1
	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	0,00038	EB	LC	1
	<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0,00038	EA	LC	1
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,01563	EA	LC	60
	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,00641	EB	DD	62
	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	0,00552	EB	LC	16
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	0,00549	NA	LC	39
	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	0,00508	EB	LC	12
	<i>Bertholletia excelsa</i>	Lecythidaceae	0,00367	NA	VU	5
	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	0,00307	NA	LC	16
	<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0,00199	EA	LC	5
	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	0,00146	NA	LC	5
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	0,00142	NA	EN	4
	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	0,00130	EB	LC	6
	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	0,00128	NA	EN	6
	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	0,00080	EB	LC	2
	<i>Syzygium cumini</i>	Myrtaceae	0,00080	EB	LC	2
	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae	0,00073	EB	NE	1
	<i>Pachira aquatica</i>	Malvaceae	0,00073	NA	LC	1
ENT	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	0,00065	EB	NE	1
	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Oxalidaceae	0,00065	EB	NE	1
	<i>Ficus thonningii</i>	Moraceae	0,00065	EB	LC	1
	<i>Senna alata</i>	Fabaceae	0,00065	NA	LC	1
	<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae	0,00053	NA	LC	2
	<i>Newbouldia laevis</i>	Bignoniaceae	0,00047	EB	LC	1
	<i>Bauhinia variegata</i>	Fabaceae	0,00044	EB	LC	1
	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	0,00039	EB	LC	2
	<i>Erythrina speciosa</i>	Fabaceae	0,00017	EA	LC	3
	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	Myrtaceae	0,00012	EB	LC	2
	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae	0,00012	EA	EN	2
	<i>Cecropia pachystachya</i>	Urticaceae	0,00009	NA	LC	2
	<i>Citrus ×latifolia</i>	Rubiaceae	0,00007	EB	NE	2
	<i>Artocarpus altilis</i>	Moraceae	0,00006	EB	NE	1
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	0,00006	NA	LC	1
	<i>Inga sessilis</i>	Fabaceae	0,00004	NA	LC	1
	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	0,00004	EB	LC	1
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,01406	EA	LC	18
	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	0,00930	EB	LC	5
	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,00394	EB	DD	2
GUA	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	0,00277	NA	EN	4
	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	0,00208	EB	LC	1
	<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0,00208	EA	LC	1
	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	0,00111	NA	LC	2
	<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	0,00111	EB	LC	2

	<i>Tecoma stans</i>	Bignoniaceae	0,00110	EB	LC	1	
	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	0,00070	NA	LC	1	
ICO	<i>Moquilea tomentosa</i>	Chrysobalanaceae	0,01446	EA	LC	16	
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,01057	EA	LC	18	
	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,00920	EB	DD	13	
	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarinaceae	0,00356	EB	LC	2	
	<i>Terminalia catappa</i>	Combretaceae	0,00331	EB	LC	5	
	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	0,00321	NA	EN	3	
	<i>Cassia fistula</i>	Fabaceae	0,00312	EB	LC	1	
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	Fabaceae	0,00279	NA	LC	2	
	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	0,00253	NA	LC	5	
	<i>Pachira glabra</i>	Malvaceae	0,00228	EA	NE	3	
	<i>Delonix regia</i>	Fabaceae	0,00227	EB	LC	4	
	<i>Paubrasilia echinata</i>	Fabaceae	0,00169	EA	EN	1	
	<i>Ficus benjamina</i>	Moraceae	0,00079	EB	LC	2	
	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae	0,00076	EB	NE	1	
	<i>Syzygium malaccense</i>	Myrtaceae	0,00055	EB	LC	2	
	<i>Plumeria pudica</i>	Apocynaceae	0,00051	EB	LC	1	
	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Moraceae	0,00027	EB	NE	1	
	<i>Theobroma grandiflorum</i>	Malvaceae	0,00027	NA	LC	1	
	SAC	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniaceae	0,03064	EA	LC	68
		<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,00987	EB	DD	42
<i>Andira inermis</i>		Fabaceae	0,00640	NA	LC	13	
<i>Moquilea tomentosa</i>		Chrysobalanaceae	0,00612	EA	LC	13	
<i>Syzygium malaccense</i>		Myrtaceae	0,00503	EB	LC	20	
<i>Ficus benjamina</i>		Moraceae	0,00444	EB	LC	4	
<i>Handroanthus serratifolius</i>		Bignoniaceae	0,00310	NA	EN	9	
<i>Clitoria fairchildiana</i>		Fabaceae	0,00295	NA	LC	7	
<i>Delonix regia</i>		Fabaceae	0,00198	EB	LC	5	
<i>Cassia fistula</i>		Fabaceae	0,00168	EB	LC	6	
<i>Syzygium cumini</i>		Myrtaceae	0,00115	EB	LC	5	
<i>Ceiba pentandra</i>		Malvaceae	0,00112	NA	LC	4	
<i>Dracaena steudneri</i>		Asparagaceae	0,00095	EB	LC	3	
<i>Azadirachta indica</i>		Meliaceae	0,00063	EB	LC	2	
<i>Morinda citrifolia</i>		Rubiaceae	0,00063	EB	NE	2	
<i>Terminalia catappa</i>		Combretaceae	0,00062	EB	LC	6	
<i>Gossypium hirsutum</i>		Malvaceae	0,00049	EB	VU	1	
<i>Averrhoa carambola</i>		Oxalidaceae	0,00032	EB	NE	1	
<i>Bixa orellana</i>		Bixaceae	0,00032	NA	LC	1	
<i>Carapa guianensis</i>		Meliaceae	0,00032	NA	LC	1	
<i>Caryocar brasiliense</i>		Caryocaraceae	0,00032	NA	LC	1	
<i>Citrus ×latifolia</i>		Rubiaceae	0,00032	EB	NE	1	
<i>Mammea americana</i>		Clusiaceae	0,00032	EB	DD	1	
<i>Plumeria pudica</i>		Apocynaceae	0,00032	EB	LC	1	
<i>Sandoricum koetjape</i>		Meliaceae	0,00032	EB	VU	1	
<i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i>		Fabaceae	0,00032	NA	LC	1	
<i>Swietenia macrophylla</i>		Meliaceae	0,00032	NA	EN	1	
<i>Annona muricata</i>		Annonaceae	0,00021	EB	LC	2	
<i>Anacardium occidentale</i>		Anacardiaceae	0,00010	NA	LC	1	
<i>Annona glabra</i>		Annonaceae	0,00010	NA	LC	1	
<i>Morus nigra</i>		Moraceae	0,00010	EB	NE	1	

647 Nota: BEL = Distrito de Belém, BEN = Distrito do Bengui, ENT = Distrito do Entroncamento, GUA =  
648 Distrito do Guamá, ICO = Distrito de Icoaraci e SAC = Distrito da Sacramenta.

649

650 A maior densidade de indivíduos nos distritos foram das espécies: *Handroanthus*  
651 *heptaphyllus* (0,092 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2a), *Mangifera indica* (0,055 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2b),  
652 *Moquilea tomentosa* (0,028 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2c), *Ficus benjamina* (0,025 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2d),  
653 *Handroanthus serratifolius* (0,019 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2e), *Clitoria fairchildiana* (0,018 ind.m<sup>-</sup>  
654 <sup>2</sup>, Fig. 2f), *Terminalia catappa* (0,014 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2g), *Andira inermis* (0,014 ind.m<sup>-2</sup>,  
655 Fig. 2h) e *Syzygium malaccense* (0,013 ind.m<sup>-2</sup>, Fig. 2i). Quanto ao status de  
656 conservação, cerca de 13,3% das espécies arbóreas das praças avaliadas apresentam  
657 algum risco de ameaça, sendo que destes, 6,7% foram consideradas vulneráveis, como  
658 *Bertholletia excelsa* *Cedrela fissilis*, *Gossypium hirsutum*, *Jacaranda mimosifolia* e  
659 *Sandoricum koetjape*. Cerca de 4% estão em risco de extinção, sendo exemplares de  
660 *Swietenia macrophylla* e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose, espécies nativa da  
661 região Amazônica e *Paubrasilia echinata*, uma espécie originária da Mata Atlântica.  
662 Além disso, foram observadas mais duas espécies exóticas do Brasil, *Fraxinus*  
663 *americana* e *Swietenia mahagoni* (L.) Jacq., sendo consideradas criticamente em perigo  
664 e quase ameaçada, respectivamente (Tabela 1).



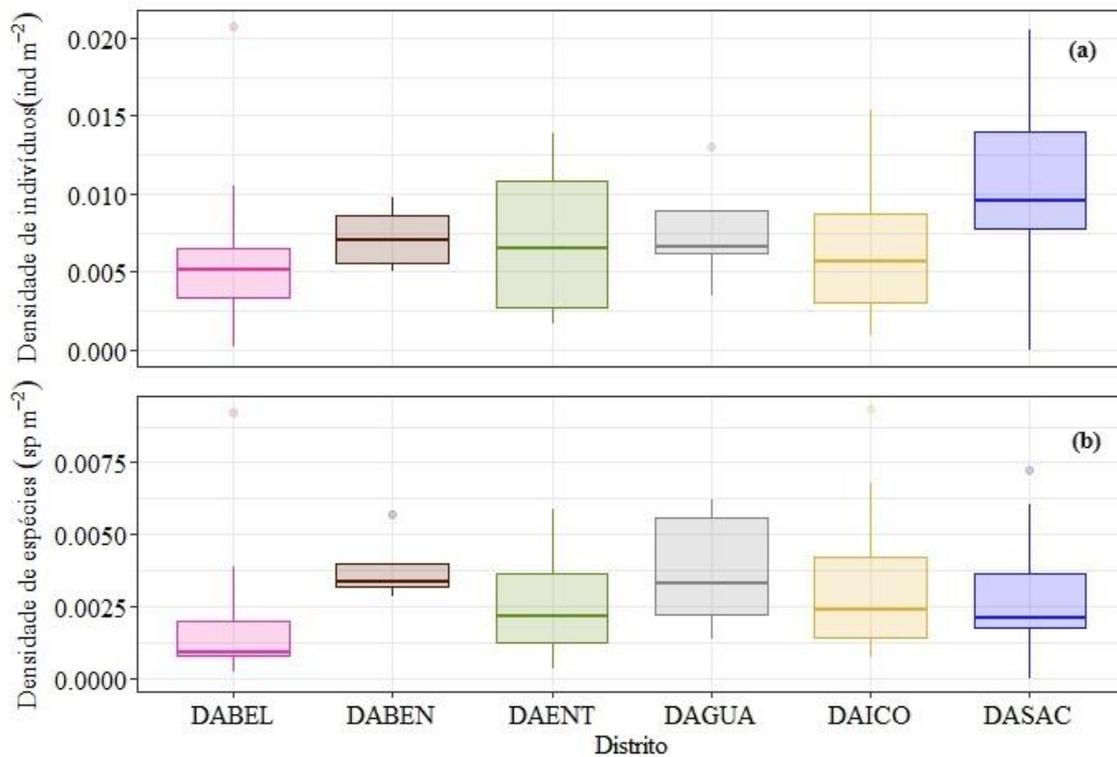
665

666 **Figura 2.** Espécies de maior abundância nas praças da cidade de Belém-PA. (a) *H.*  
 667 *heptaphyllus*, (b) *M. indica*, (c) *M. tomentosa*, (d) *F. benjamina*, (e) *H. serratifolius*, (f)  
 668 *C. fairchildiana*, (g) *T. catappa*, (h) *A. inermis*, (i) *S. malaccense*.

669

670 A densidade de indivíduos apresentou mediana de 0,005 ind.m<sup>-2</sup> a 0,010 ind.m<sup>-2</sup>,  
 671 para DABEL e DASAC, respectivamente, porém não houve diferença estatística  
 672 significativa (Chi-squared = 4,404, p-valor = 0,493, Fig. 3a). A densidade de espécies

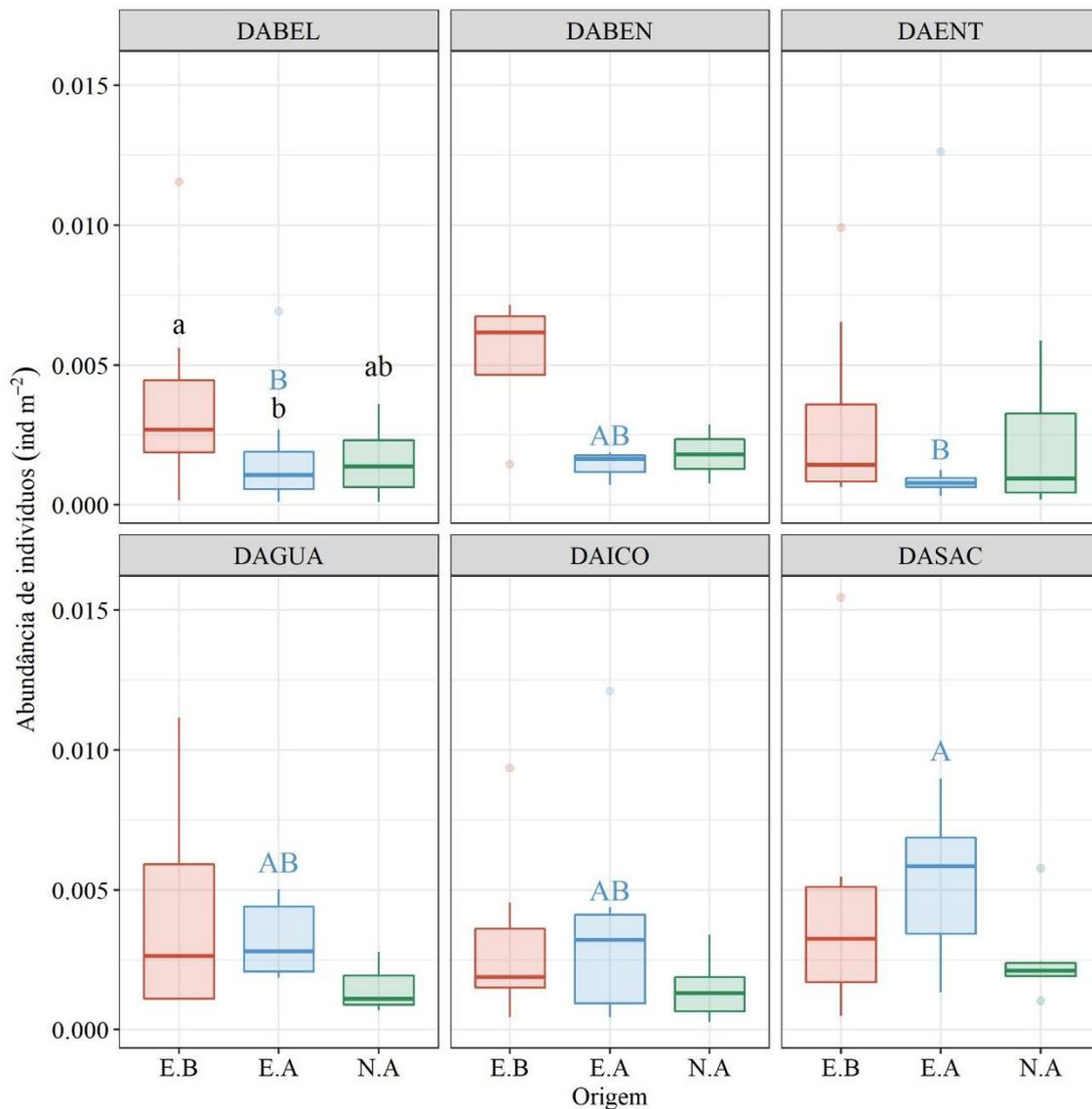
673 também foi semelhante entre os distritos (Chi-squared = 9,191, p-valor = 0,102) (Fig.  
674 3b).



675

676 **Figura 3.** Mediana ± IQR da abundância de espécies e indivíduos arbóreos encontrados  
677 em 50 praças de seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia.  
678 DABEL = Distrito de Belém, DABEN = Distrito do Bengui, DAENT = Distrito do  
679 Entroncamento, DAGUA = Distrito do Guamá, DAICO = Distrito de Icoaraci e  
680 DASAC = Distrito da Sacramento.  
681

682 Em relação à origem dos indivíduos, a maioria (> 76%) foi classificada como  
683 exótica do Brasil e da Amazônia. No DABEL, 55,30% dos indivíduos foram  
684 classificados como E.B e 19,80% como E.A. Nos distritos DABEN, DAENT, DAGUA,  
685 DAICO e DASAC os exóticos da Amazônia e do Brasil representaram 88%, 68,91%,  
686 81,08%, 86,42% e 82,22% da composição florística, respectivamente. No entanto, ao  
687 comparar a abundância de indivíduos por origem em cada distrito, apenas em DABEL  
688 houve diferença estatística (Chi-squared = 6,669, p-valor = 0,036), onde o número de  
689 indivíduos E.A foi menor do que E.B, enquanto a abundância de espécies N.A foi  
690 semelhante às demais origens (Fig. 4). Na comparação entre distritos, apenas densidade  
691 de indivíduos exóticos da Amazônia diferiu (Chi-squared = 14,583, p-valor = 0,012),  
692 sendo DASAC (0,003 ind.m<sup>-2</sup> ± 0,004 ind.m<sup>-2</sup>) maior do que DABEL (0,002 ind.m<sup>-2</sup> ±  
693 0,002 ind.m<sup>-2</sup>) e DAENT (0,001 ind.m<sup>-2</sup> ± 0,002 ind.m<sup>-2</sup>) (Fig. 4).

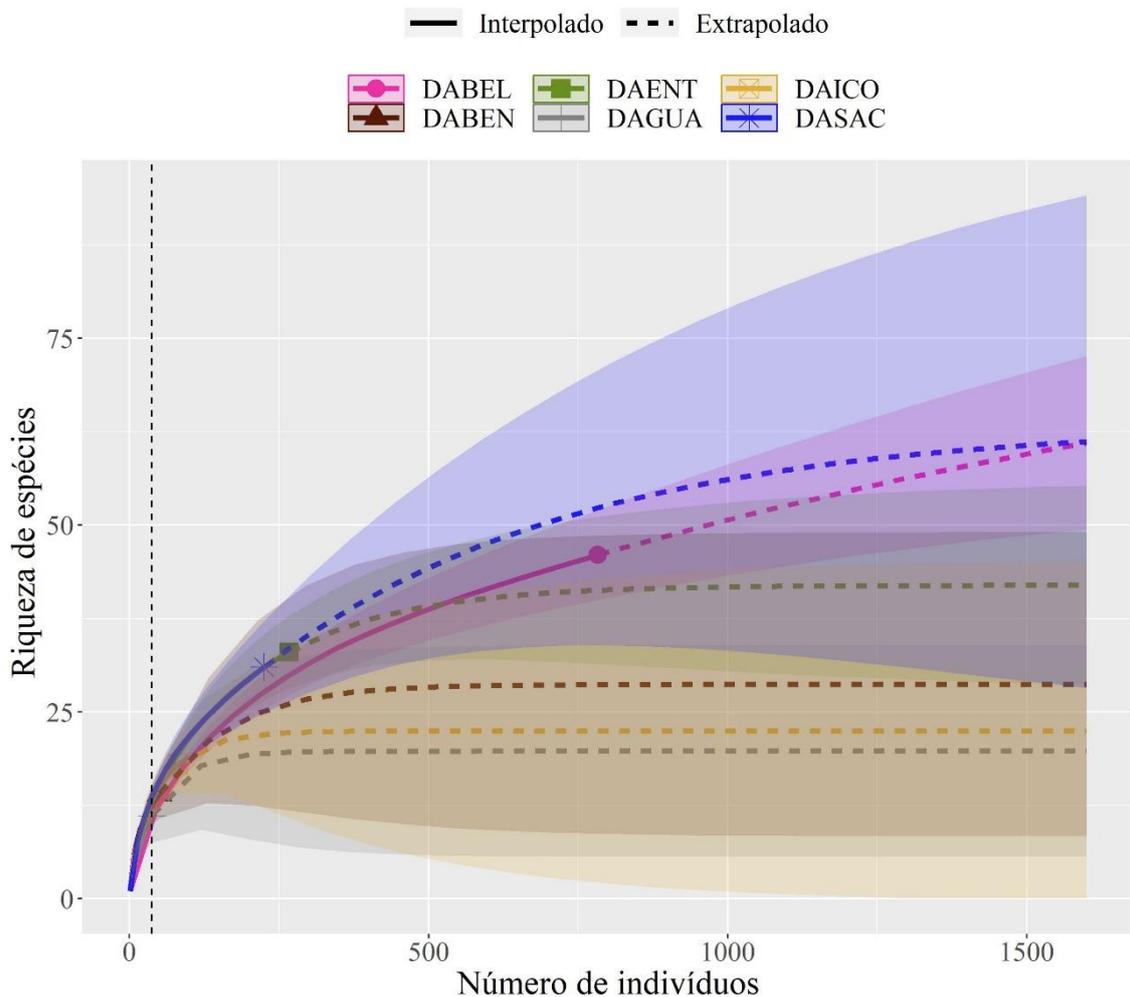


694  
 695 **Figura 4.** Mediana  $\pm$  IQR da abundância de indivíduos classificados quanto à origem  
 696 em 50 praças de seis distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia.  
 697 Letras minúsculas indicam diferença estatística entre as origens para o mesmo distrito,  
 698 de acordo com o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). Letras maiúsculas representam a comparação  
 699 de medianas de uma origem entre distritos, seguindo o teste de Dunn ( $p < 0,05$ ). A  
 700 ausência de letras de comparação indica semelhança estatística entre os distritos e entre  
 701 as origens de acordo com o teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ). DABEL = Distrito de  
 702 Belém; DABEN = Distrito do Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA  
 703 = Distrito do Guamá; DAICO = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramento;  
 704 E.B = Exótica do Brasil; E.A = Exótica da Amazônia; N.A = Nativa da Amazônia.

705

706 Com base na observação dos intervalos de confiança da rarefação e  
 707 extrapolação, foi possível observar que a riqueza de espécies dos distritos foi  
 708 semelhante (Fig. 5). A dissimilaridade de Roger e Tanimoto variou de 0,28 a 0,73, entre  
 709 os distritos DABEN e DAICO e, DABEL e DABEN, respectivamente, com média de

710 0,31, formando cinco agrupamentos com os distritos avaliados (Fig. 6). A partir da  
 711 análise de Cluster, observou-se a formação de um grupo de dois distritos, sendo eles  
 712 DABEN e DAICO, enquanto os outros distritos, individualmente, constituíram um  
 713 grupo cada.

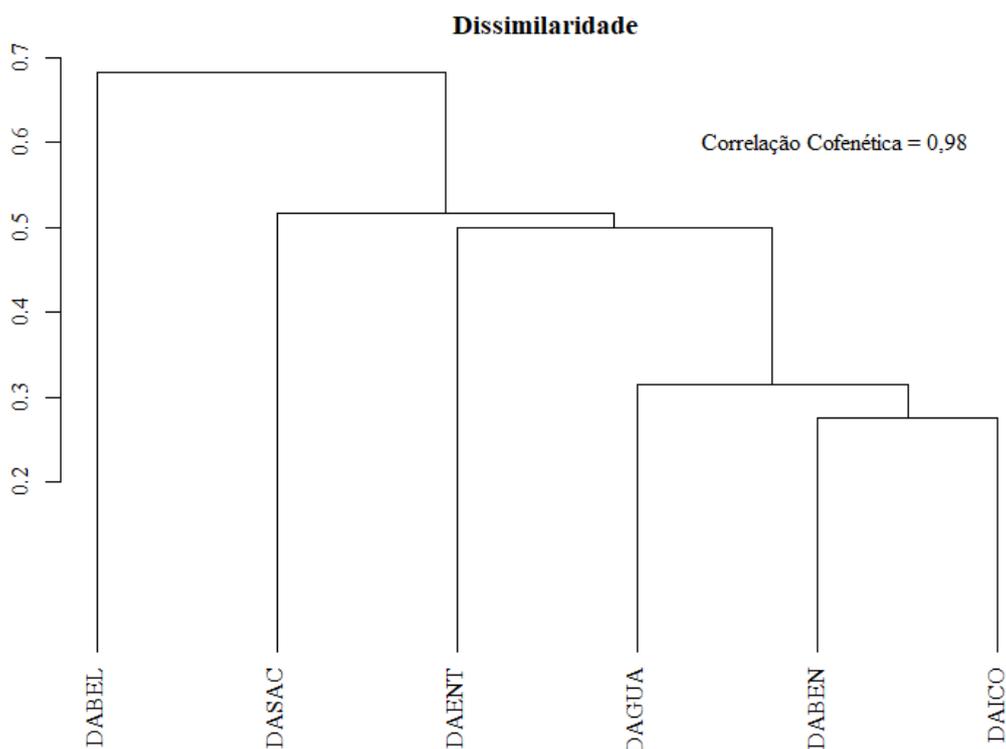


714

715 **Figura 5.** Curva de rarefação baseadas na composição florística de 50 praças de seis  
 716 distritos administrativos do município de Belém, Pará, Amazônia Oriental. Linhas  
 717 contínuas representam a riqueza de espécies observada. Linhas tracejadas indicam a  
 718 riqueza de espécies estimada. DABEL = Distrito de Belém; DABEN = Distrito do  
 719 Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA = Distrito do Guamá; DAICO  
 720 = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramenta.

721

722



723

724 **Figura 6.** Dendrograma representando o índice de dissimilaridade de Rogers e  
 725 Tanimoto para a composição florística de 50 praças de seis distritos administrativos do  
 726 município de Belém, Pará, Amazônia. DABEL = Distrito de Belém, DABEN = Distrito  
 727 de Bengui, DAENT = Distrito do Entroncamento, DAGUA = Distrito do Guamá,  
 728 DAICO = Distrito de Icoaraci e DASAC = Distrito da Sacramentoa.

729

730 Para os índices de diversidade,  $H'$  variou de 1,76 a 2,48 nos distritos de DAGUA  
 731 e DAENT, respectivamente. A uniformidade na distribuição de espécies variou entre  
 732 0,55 (DABEN) e 0,89 (DABEL) (Tabela 2).

733

734 **Tabela 2.** Índices de diversidade florística dos distritos localizados no município de  
 735 Belém, Amazônia Oriental. DABEL = Distrito de Belém; DABEN = Distrito do  
 736 Bengui; DAENT = Distrito do Entroncamento; DAGUA = Distrito do Guamá; DAICO  
 737 = Distrito de Icoaraci; DASAC = Distrito da Sacramentoa.

<b>Distrito</b>	<b>Shannon-Weaver (<math>H'</math>)</b>	<b>Pielou (<math>J'</math>)</b>
DABEL	2,10	0,55
DABEN	2,35	0,89
DAENT	2,48	0,71
DAGUA	1,73	0,75
DAICO	2,38	0,82

738

#### 739 4. Discussão

740 A diferença entre os distritos para a composição florística das praças pode estar  
741 associada a fatores como a ecologia, histórico de ocupação da área e a cultura (Freitas et  
742 al. 2020). O DABEL, distrito central da cidade, apresentou maior riqueza e densidade  
743 de indivíduos em relação aos distritos mais periféricos, podendo estar relacionado à  
744 disposição econômica do espaço, uma vez que de maneira geral, áreas centrais possuem  
745 arborização planejada, com espécie mais adequadas, contrastando com áreas periféricas,  
746 nas quais os indivíduos são de espécies geralmente de pequeno porte e com uma baixa  
747 ocorrência (Lima et al. 2020). (Andrade et al. 2021)), por exemplo, evidenciaram que a  
748 ausência de áreas verdes em bairros periféricos é um dos motivos para o solo exposto na  
749 cidade de Petrolina, nordeste brasileiro, realçando a necessidade de políticas que  
750 auxiliem no planejamento e implementação da arborização em bairros periféricos  
751 visando o bem-estar social.

752 Em relação à origem das espécies, a maior densidade de indivíduos  
753 considerados exóticos da Amazônia no DASAC pode ter acontecido devido à grande  
754 ocorrência da espécie *Handroanthus heptaphyllus* e *Moquilea tomentosa*. Estas espécies  
755 apresentam características valorizadas na arborização urbana das cidades brasileiras,  
756 como potencial ornamental, caso do gênero *Handroanthus* (Silva et al. 2021), e controle  
757 da poluição atmosférica, perceptível na *M. tomentosa* em função da sua copa densa e  
758 exuberante (Paiva et al. 2022). No DABEL, o número significativo de espécies exóticas  
759 do Brasil em sua composição se deve a abundância da *Mangifera indica*, o que é  
760 explicado em decorrência do contexto histórico de arborização da cidade de Belém. A  
761 utilização da espécie foi incentivada historicamente devido a necessidade do  
762 embelezamento dos centros urbanos, além de ser uma alternativa para amenizar o calor  
763 característico de uma região tropical, sendo atualmente uma espécie tombada por lei  
764 (Santos 2020).

765 No geral, o padrão de preferência por espécies exóticas foi observado em todos  
766 os distritos estudados, e também pôde ser observado em outras cidades da Amazônia,  
767 como em Rorainópolis – RO (Veloso 2020) e em Santarém – PA (Sousa et al. 2023).  
768 Essa predominância de espécies exóticas na composição de praças da Amazônia  
769 contraria a valorização de espécies nativas da região, o qual é considerado um bioma  
770 com alta diversidade florística com potencial de uso na arborização (Soares et al.

771 2021b). Os motivos para a preferência por espécies exóticas até os dias atuais,  
772 especialmente *M. indica*, *F. benjamina* (exóticas do Brasil) e *M. tomentosa* (exótica da  
773 Amazônia), estão relacionadas às características positivas na interceptação de águas  
774 pluviais, podendo contribuir para a melhora da drenagem urbana (Alves et al. 2018). No  
775 caso de *H. heptaphyllus*, a espécie apresenta um crescimento moderado, chegando a  
776 uma altura de até 20 m e, devido a beleza de sua floração, é uma espécie muito utilizada  
777 na arborização de vias e praças, sobretudo em áreas sem fiação elétrica aérea.

778 A utilização de espécies exóticas não deve ser desconsiderada quando falamos  
779 de arborização urbana, devendo ser levada em consideração as características  
780 morfológicas, ecologia e a adaptabilidade destas espécies. Na Califórnia, por exemplo, a  
781 utilização de espécies exóticas em florestas urbanas é indispensável, devido à limitação  
782 no número de espécies nativas após um contexto de mudanças climáticas, mostrando a  
783 seleção de espécies exóticas como alternativa para manter a diversidade (Pawlak et al.  
784 2023). Entretanto, na região amazônica, a falta de diversidade não é um fator limitante,  
785 tendo em vista a presença estimada de aproximadamente 16.000 espécies arbóreas (ter  
786 Steege et al. 2016), as quais deveriam ser priorizadas e avaliadas quanto ao potencial  
787 para a arborização, sobretudo para o uso paisagístico e provisão de serviços  
788 ecossistêmicos.

789 A escolha de espécies para compor a arborização de praças também é relevante  
790 no contexto atual dada a possibilidade de conservação genética de espécies ameaçadas,  
791 conforme evidenciado neste trabalho, tendo a presença de espécies ameaçadas e  
792 vulneráveis da região, do Brasil e do mundo. Ademais, existem espécies exóticas que se  
793 encontram em risco de extinção e, a sua presença em praças urbanas, pode ser  
794 importante para a sua perpetuação (Cupertino and Eisenlohr 2013).

795 Características fenológicas também são relevantes para a seleção de espécies,  
796 visto que embora a substituição de *H. heptaphyllus* (exótica da Amazônia) por *H.*  
797 *serratifolius* (nativa da Amazônia) seja possível, dada a semelhança morfométrica das  
798 espécies (Lorenzi 2008), ambas são caracterizadas pela decidualidade das folhas em  
799 períodos mais quentes do ano e, por isso, não se adequam aos critérios de seleção de  
800 espécies para a cidade de Belém (PORTO et al. 2013). Apesar disso, este trabalho  
801 evidenciou a presença de espécies do gênero *Handroanthus* em todos os distritos da  
802 cidade. Sendo assim, evidenciou-se que a utilização de espécies da região, é uma  
803 excelente ferramenta para a conservação, porém deve estar associada ao entendimento  
804 sobre a ecologia das espécies e ao planejamento da arborização urbana, visando a

805 garantia de benefícios para além da estética, como a conservação do patrimônio  
806 genético de espécies arbóreas e a uma reeducação ecológica, por meio do contato da  
807 população com espécies originárias daquela região (Ucella-Filho et al. 2022).

808 Em relação aos índices de diversidade, os distritos estudados apresentaram  
809 valores considerados baixos quando comparados com outras praças do Brasil, como  
810 aquelas localizadas na cidade de Gurupi – TO ( $H' = 4,77$ ) (Silva et al. 2019a) e Palmas  
811 – TO, com valores superiores a  $H' = 2,7$ , diferente dos valores de equabilidade, que  
812 foram similares para todos os distritos, exceto para DABEL (Pinheiro et al. 2022). A  
813 baixa uniformidade de espécies em DABEL, pode estar atrelada ao fato da *M. indica* ser  
814 uma espécie dominante neste distrito. Adicionalmente, salientamos a diversidade  
815 florística em praças pode ser influenciada pelo período de implementação, nível de  
816 intervenção, e além disso, pela sua composição, como a presença de equipamentos  
817 urbanísticos e arquitetônicos em sua composição (Pinheiro et al. 2022).

818

## 819 **5. Conclusão**

820 A análise comparativa entre os distritos administrativos demonstrou que embora  
821 a composição florística das praças de Belém seja diferente entre distritos, a  
822 predominância de espécies exóticas da região amazônica e do Brasil, como *Mangifera*  
823 *indica*, sugere um padrão geral na cidade. Observamos ainda ampla preferência por  
824 espécies do gênero *Handroanthus* para a arborização de praças da cidade de Belém, o  
825 qual deve ser acompanhado para evitar futuros impactos negativos aos indivíduos  
826 introduzidos nas praças. Apesar disso, o uso de espécies com algum grau de ameaça  
827 revela um grande potencial das praças da cidade de Belém para a conservação da  
828 biodiversidade na região, o que deve ser incentivado para melhorias desses espaços,  
829 tanto do ponto de vista social, quanto ecológico.

830

## 831 **6. Referências**

- 832 Alam, H., Khattak, J. Z. K., Ppoyil, S. B. T., Kurup, S. S., & Ksiksi, T. S. (2017).  
833 Landscaping with native plants in the UAE: A review. *Emirates Journal of Food*  
834 *and Agriculture*, 729. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2017.v29.i10.319>
- 835 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek,  
836 G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische*  
837 *Zeitschrift*, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 838 Alves, P. L., Formiga, K. T. M., & Traldi, M. A. B. (2018). Rainfall interception  
839 capacity of tree species used in urban afforestation. *Urban Ecosystems*, 21(4), 697–  
840 706. <https://doi.org/10.1007/s11252-018-0753-y>

841 Andrade, A., Lopes, R., Lima, R., Moura, R., & Lima Júnior, C. (2021).  
842 MONITORAMENTO DA ARBORIZAÇÃO URBANA POR  
843 SENSORIAMENTO REMOTO EM UM MUNICÍPIO INSERIDO NO  
844 SEMIÁRIDO BRASILEIRO. *Enciclopédia Biosfera*, 18(36), 530–543.  
845 [https://doi.org/10.18677/EnciBio\\_2021B17](https://doi.org/10.18677/EnciBio_2021B17)

846 APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the  
847 orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean*  
848 *Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

849 Azevedo, A. M. (2021). *Multivariate Analysis: Pacote Para Análise Multivariada*.

850 Barbosa, O., Tratalos, J. A., Armsworth, P. R., Davies, R. G., Fuller, R. A., Johnson, P.,  
851 & Gaston, K. J. (2007). Who benefits from access to green space? A case study  
852 from Sheffield, UK. *Landscape and Urban Planning*, 83(2–3), 187–195.  
853 <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.04.004>

854 Bargas, D. C., & Matias, L. F. (2019). Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e  
855 proposta conceitual. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
856 6(3), 172. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66481>

857 Biernacka, M., & Kronenberg, J. (2018). Urban Forestry & Urban Greening  
858 Classification of institutional barriers affecting the availability , accessibility and  
859 attractiveness of urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 36(May),  
860 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.09.007>

861 C Hsieh, A. T., Ma, K. H., Chao, A., & C Hsieh, M. T. (2014). Package “iNEXT” Title  
862 Interpolation and Extrapolation for Species Diversity. *Cran.Pau.Edu.Tr*, 7(12),  
863 1451–1456.

864 Cupertino, M. A., & Eisenlohr, P. V. (2013). Análise florística comparativa da  
865 arborização urbana nos campi universitários do Brasil. *Bioscience Journal*, 29(3),  
866 739–750.

867 Flora e Funga do Brasil. (2023). *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.

868 Freitas, W. K. de, Magalhães, L. M. S., Santana, C. A. A. de, Pereira Junior, E. R.,  
869 Souza, L. de C. M. de, Toledo, R. A. B., & Garção, B. R. (2020). Tree composition  
870 of urban public squares located in the Atlantic Forest of Brazil: A systematic  
871 review. *Urban Forestry & Urban Greening*, 48, 126555.  
872 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126555>

873 Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls  
874 in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4),  
875 379–391. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>

876 IUCN. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2023-1.  
877 <https://www.iucnredlist.org>.

878 Jung, E. (2023). Green spaces for whom? A latent profile analysis of park-rich or -  
879 deprived neighborhoods in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 237,  
880 104806. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104806>

881 Lee, C. (2021). Quantifying effects of spatiotemporal changes of urban and green areas  
882 on regional climate change: South Korean cities from the 1980s to the 2010s.  
883 *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127286.  
884 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127286>

885 Lima, G. V. B. de A., Pereira, M. M., Ribeiro Junior, C. R., Azevedo, L. E. C. de, &  
886 Araújo, I. R. S. (2020). O DIREITO À CIDADE ARBORIZADA: A  
887 ARBORIZAÇÃO URBANA COMO INDICADOR DA SEGREGAÇÃO

888 SOCIOECONÔMICA EM BELÉM DO PARÁ. *Revista Da Sociedade Brasileira*  
889 *de Arborização Urbana*, 15(1), 79. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v15i1.69694>  
890 Londe, P. R., & Mendes, P. C. (2014). A influência das áreas verdes na qualidade de  
891 vida urbana. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e Da Saúde*, 10(18),  
892 264–272. <https://doi.org/10.14393/Hygeia1026487>  
893 Lorenzi, H. (2008). *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas*  
894 *Arbóreas Nativas do Brasil: v.1* (5a edição).  
895 Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Springer  
896 Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>  
897 Manfrin, J., Escher, M. A. da S., Castro, G. M. de, Aleixo, V., Petry, A. I., & Bueno, T.  
898 (2019). Diagnóstico Da Arborização Urbana Do Município De Ouro Verde Do  
899 Oeste, Paraná. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 13(3), 49.  
900 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v13i3.63661>  
901 Masini, E., Tomao, A., Corona, P., Fattorini, L., Giuliarelli, D., Portoghesi, L., &  
902 Agrimi, M. (2023). The ecosystem disservices of trees on sidewalks: A study based  
903 on a municipality urban tree inventory in Central Italy. *Urban Forestry & Urban*  
904 *Greening*, 86, 128007. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128007>  
905 Moraes, L. A., Conceição, G. C., Pereira, J. D. C., Lima, A. D. S., & Machado, R. R. B.  
906 (2022). ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA FLORA PRESENTE NAS  
907 PRAÇAS DO CENTRO COMERCIAL DA CIDADE DE TERESINA, PIAUÍ.  
908 *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 17(4), 1.  
909 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v17i4.86869>  
910 Mustafa, A., Kennedy, C., Lopez, B., & McPhearson, T. (2023). Perceived and  
911 geographic access to urban green spaces in New York City during COVID-19.  
912 *Cities*, 143, 104572. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104572>  
913 Oliveira, A. S., Sanches, L., De Musis, C. R., & Nogueira, M. C. de J. A. (2013).  
914 BENEFÍCIOS DA ARBORIZAÇÃO EM PRAÇAS URBANAS - O CASO DE  
915 CUIABÁ/MT. *Revista Eletrônica Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*,  
916 9(9). <https://doi.org/10.5902/223611707695>  
917 Paiva, B. S., Luz, L. M. da, & Silva, C. N. da. (2022). Sistemas de áreas verdes da  
918 Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto, da UFPA, em Belém (PA).  
919 *Novos Cadernos NAEA*, 25(1). <https://doi.org/10.18542/ncn.v25i1.8988>  
920 Pavão, V. M., Querino, C. A. S., Beneditti, C. A., Pavão, L. L., Querino, J. K. A. da S.,  
921 Machado, N. G., & Biudes, M. S. (2015). TEMPERATURA E ALBEDO DA  
922 SUPERFÍCIE POR IMAGENS TM LANDSAT 5 EM DIFERENTES USOS DO  
923 SOLO NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA. *Revista Brasileira de*  
924 *Climatologia*, 16. <https://doi.org/10.5380/abclima.v16i0.40128>  
925 Pawlak, C. C., Love, N. L. R., Yost, J. M., Fricker, G. A., Doremus, J. M., & Ritter, M.  
926 K. (2023). California's native trees and their use in the urban forest. *Urban*  
927 *Forestry & Urban Greening*, 89, 128125.  
928 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128125>  
929 Periotto, F., Pituco, M. M., Helmann, A. C., Dos Santos, T. O., & Bortolotti, S. L.  
930 (2016). ANÁLISE DA ARBORIZAÇÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE  
931 MEDIANEIRA, PARANÁ. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização*  
932 *Urbana*, 11(2), 59. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i2.63428>

933 Pielou, E. C. (1966). Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological  
934 succession. *Journal of Theoretical Biology*, 10(2), 370–383.  
935 [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90133-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0)

936 Pinheiro, R. T., Marcelino, D. G., Moura, D. R. de, & Bittencourt, C. R. (2022).  
937 Riqueza, diversidade e composição arbórea nas praças de Palmas, Tocantins.  
938 *Ciência Florestal*, 32(2), 856–879. <https://doi.org/10.5902/1980509861429>

939 PMB, P. M. de B. (2020). *Anuário 2020*.

940 PORTO, L. P. M., BRASIL, H. M. S., SILVA, A. C. P. DA, REIS, A. F. S.,  
941 OLIVEIRA, D. B. D., FRAZÃO, D. A. C., SHIMIZU, E. S. C., ARAGÃO, I. L. G.  
942 DE, SOUSA, J. A. L. DE, SAITO, L. B. G., CARVALHO, L. F. M. DE, LEÃO,  
943 N. V. M., ROSAS, A. D. S. R., BARBOSA, L. G. B., & SAMPAIO, M. R. G.  
944 (2013). *MANUAL DE ORIENTAÇÃO TÉCNICA DA ARBORIZAÇÃO URBANA*  
945 *DE BELÉM: Guia para planejamento, implantação e manutenção da arborização*  
946 *em logradouros públicos*. 108.

947 R Development Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical*  
948 *Computing*. R Foundation for Statistical Computing.

949 Rogers, D. J., & Tanimoto, T. T. (1960). A Computer Program for Classifying Plants.  
950 *Science*, 132(3434), 1115–1118. <https://doi.org/10.1126/science.132.3434.1115>

951 Sahraoui, Y., De Godoy Leski, C., Benot, M.-L., Revers, F., Salles, D., van Halder, I.,  
952 Barneix, M., & Carassou, L. (2021). Integrating ecological networks modelling in  
953 a participatory approach for assessing impacts of planning scenarios on landscape  
954 connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 209, 104039.  
955 <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104039>

956 Santos, T. V. dos. (2020). Urban Expansion and Green Urbanism in an Amazonian  
957 Metropolis: The Production of Urbanized Nature in the Metropolitan Region of  
958 Belem. *Current Urban Studies*, 08(04), 623–644.  
959 <https://doi.org/10.4236/cus.2020.84034>

960 Silva, A. D. P. da, Batista, A. C., Giongo, M. V., Biondi, D., Dos Santos, A. F., De  
961 Oliveira, L. M., & Cachoeira, J. N. (2019). ARBORIZAÇÃO DAS PRAÇAS DE  
962 GURUPI – TO – BRASIL: COMPOSIÇÃO E DIVERSIDADE DE ESPÉCIES.  
963 *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 14(4), 1.  
964 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v14i4.67547>

965 Silva, P. A., Silva, L. L., Cherutte, A. G., Gomes, A. C. S., Brito, L., & Rodrigues, B.  
966 M. (2021). Aves visitando flores do ipê-amarelo (*Handroanthus vellosi*) na área  
967 urbanizada ressalta a importância da interação planta-animal na arborização de  
968 cidades. *Research, Society and Development*, 10(15), e414101522982.  
969 <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22982>

970 Soares, A. C. S., Santos, R. O. dos, Soares, R. N., Cantuaria, P. C., de Lima, R. B., & da  
971 Silva e Silva, B. M. (2021). Paradox of afforestation in cities in the Brazilian  
972 Amazon: an understanding of the composition and floristic similarity of these  
973 urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 66, 127374.  
974 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127374>

975 Sousa, L. M. R. de, Lira, Á. G. dos S., Conceição, A. K. C. da, Sousa, A. J. V. de, &  
976 Felseburgh, C. A. (2023). Análise qualitativa da arborização de praças centrais  
977 do município de Santarém-Pará. *Scientia Naturalis*, 5(2).  
978 <https://doi.org/10.29327/269504.5.2-15>

- 979 Tan, P. Y., & Samsudin, R. (2017). Effects of spatial scale on assessment of spatial  
980 equity of urban park provision. *Landscape and Urban Planning*, *158*, 139–154.  
981 <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.11.001>
- 982 ter Steege, H., Vaessen, R. W., Cárdenas-López, D., Sabatier, D., Antonelli, A., de  
983 Oliveira, S. M., Pitman, N. C. A., Jørgensen, P. M., & Salomão, R. P. (2016). The  
984 discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree  
985 taxa. *Scientific Reports*, *6*(1), 29549. <https://doi.org/10.1038/srep29549>
- 986 Ucella-Filho, J. G. M., Lucas, F. M. F., Almeida, D. de M., Silva, B. R. F. da, Almeida,  
987 D. de M., Brito, D. Y. O. de, & Azevedo, T. K. B. de. (2022). Biodiverse  
988 neighborhoods: an ex-situ conservation tool. *Ornamental Horticulture*, *28*(1), 8–  
989 18. <https://doi.org/10.1590/2447-536x.v28i1.2388>
- 990 Veloso, J. N. (2020). Inventário da arborização urbana das principais avenidas do  
991 Município de Rorainópolis, Roraima. *Boletim Do Museu Integrado de Roraima*  
992 *(Online)*, *10*(02), 28–40. <https://doi.org/10.24979/bolmirr.v10i02.787>
- 993 Wanderley, R. J. C., Perez, C. A. M., Rabêlo, D., Souza, P. A. de, Giongo, M., &  
994 Santos, A. F. dos. (2018). Estudo Quali-Quantitativo E Percepção Ambiental Da  
995 Arborização Do Setor Jardim Sevilla, Gurupi - To. *Revista Da Sociedade*  
996 *Brasileira de Arborização Urbana*, *12*(4), 53.  
997 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v12i4.63579>
- 998 Zhang, J., & Tan, P. Y. (2023). Assessment of spatial equity of urban park distribution  
999 from the perspective of supply-demand interactions. *Urban Forestry & Urban*  
1000 *Greening*, *80*, 127827. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127827>
- 1001 Zhou, X., & Kim, J. (2013). Social disparities in tree canopy and park accessibility: A  
1002 case study of six cities in Illinois using GIS and remote sensing. *Urban Forestry*  
1003 *and Urban Greening*, *12*(1), 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.11.004>
- 1004

1005 **Capítulo II**

1006

1007 **Arborização de praças em uma capital amazônica: quais espécies e aspectos devem**  
1008 **ser considerados?**

1009

1010 (Submetido: *Urban Forestry & Urban Greening* – JCR = 6.0, Qualis A1)

1011 **Resumo**

1012 As praças são elementos-chave no contexto de desenvolvimento urbano e mudanças do  
1013 clima, a depender das espécies selecionadas para compor a florística local. Na  
1014 Amazônia, apesar da biodiversidade arbórea, poucos estudos são realizados para avaliar  
1015 o potencial das espécies para a proporção de serviços ecossistêmicos no ambiente  
1016 urbano. Com isso objetivamos avaliar quais espécies da arborização de praças  
1017 apresentam características mais favoráveis ao fornecimento de serviços ecossistêmicos  
1018 em uma capital amazônica. As espécies foram avaliadas e classificadas segundo  
1019 parâmetros morfométricos (área de copa, grau de esbeltez, índice de saliência e índice  
1020 de abrangência), além de características ecológicas (permanência das folhas na copa,  
1021 peso do fruto e origem das espécies), resultando em um valor ponderado que indica as  
1022 espécies que promovem mais benefícios para a arborização urbana. Os resultados  
1023 indicaram que as espécies *Andira inermis* (W.Wright) DC. e *Ceiba pentandra* (L.)  
1024 Gaertn., nativas da Amazônia, são as mais benéficas para a arborização de praças.  
1025 Espécies nativas como *Bertholetia excelsa* Bonpl. e *Swietenia macrophylla* King,  
1026 embora importantes, mostraram limitações devido ao elevado peso de seus frutos. Este  
1027 estudo destacou a necessidade de promover pesquisas contínuas sobre a flora  
1028 amazônica, visando otimizar a arborização das praças e contribuir para o conforto  
1029 térmico e a sustentabilidade dos ambientes urbanos. Além disso, evidenciou que a  
1030 implantação de algumas espécies deve ser descontinuada devido aos riscos à vida dos  
1031 frequentadores.

1032 **Palavras-chave:** silvicultura urbana, parâmetros morfométricos, parâmetros ecológicos,  
1033 cobertura arbórea.

1034

1035 **1. Introdução**

1036 O desenvolvimento urbano não se resume ao aumento de edificações nas  
1037 cidades, mas também à melhoria da qualidade ambiental que projetos sustentáveis,  
1038 como a implementação de áreas verdes, podem proporcionar à sociedade. Para isso,  
1039 projetos públicos devem estar alinhados com políticas de conservação da natureza  
1040 (Tang et al. 2024), fortalecendo e promovendo a preservação de áreas verdes urbanas e  
1041 um ambiente adequado e seguro para a vida (Wang et al. 2024). A implementação de  
1042 projetos paisagísticos em áreas urbanas necessita do conhecimento em áreas específicas  
1043 relacionadas à vegetação e também da condição econômica e socioambiental da  
1044 população que se beneficiará de forma direta ou indireta. Sendo assim, além do

1045 levantamento da estrutura biofísica do município, devem ser considerados parâmetros  
1046 culturais e hábitos dos munícipes, como o modo de utilização e convivência de espaços  
1047 públicos (Korkou et al. 2023).

1048 As praças são exemplos de áreas verdes mais comuns em ambientes urbanos, e  
1049 geralmente são compostas de uma estrutura central, junto com áreas arborizadas e outra  
1050 com vegetação mais rasteira, quase sempre com o domínio de gramado (Stocco et al.  
1051 2015). Em um contexto histórico, a estética sempre foi levada em consideração na  
1052 implantação da arborização urbana, como no caso das praças, em que as árvores  
1053 contribuem significativamente para a o enriquecimento do fator estético nestes espaços  
1054 (Rašković and Decker 2015). Entretanto, com o agravamento da crise climática, as áreas  
1055 verdes deixaram de ser vistas como ferramentas de função única e passaram a ser  
1056 consideradas multifuncionais, proporcionando benefícios ecossistêmicos e soluções  
1057 frente aos efeitos das mudanças do clima (Korkou et al. 2023).

1058 No contexto da implementação da vegetação em praças, diversos parâmetros  
1059 devem ser considerados, como por exemplo a origem das espécies, a presença de  
1060 acúleos, espinhos e toxinas, o tempo de crescimento, as fenofases, o tipo e área de copa,  
1061 a fisiologia da espécie e o tamanho dos frutos ou sementes (Sales et al. 2023). O  
1062 sombreamento é um dos principais serviços proporcionados pela arborização em áreas  
1063 urbanas, e é perceptível que há maior circulação de pedestres no lado com menor  
1064 incidência solar, mostrando de forma indireta que ambientes com alta proporção de  
1065 sombra são almejados pela população (Franco and Casadei 2022). Atualmente, alguns  
1066 problemas de saúde pública também estão relacionados ao desconforto térmico, causado  
1067 pelas mudanças nas condições climáticas, com maior incidência de emissão de gases do  
1068 efeito estufa (GEE) nas zonas urbanas (Ofremu et al. 2024). Assim, para amenizar os  
1069 efeitos da insolação com a inserção de árvores, a escolha das espécies é essencial, pois  
1070 elas devem apresentar grande porte tanto em altura total quanto em área de copa como  
1071 característica principal. Além disso, deve-se atentar para a permanência destas copas,  
1072 com manutenções (podas) de forma correta, pois essa atividade afeta diretamente na  
1073 qualidade e permanência das copas (Muscas et al. 2024).

1074 Embora a Amazônia seja um bioma rico em diversidade arbórea (ter Steege et al.  
1075 2020), atualmente cidades amazônicas vêm apresentando praças com composição de  
1076 espécies inadequadas para a sua arborização, influenciando diretamente na proporção de  
1077 serviços à população (Soares et al. 2021a). Diante disso, esta pesquisa parte da seguinte  
1078 questão científica: Quais características das espécies devem ser priorizadas para

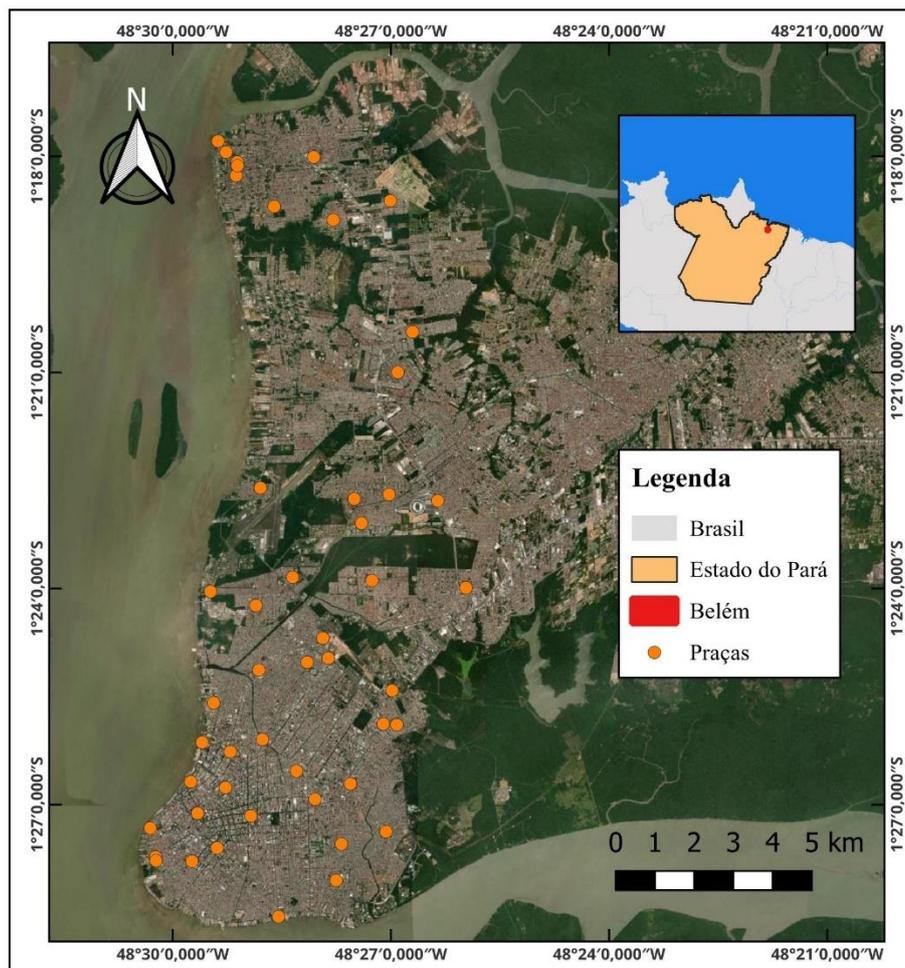
1079 arborização das praças? Com a hipótese: As relações morfométricas e características  
1080 ecológicas são bons indicadores para seleção adequada de espécies visando arborização  
1081 das praças. Com base nisso, objetivamos avaliar a adequação de espécies para a  
1082 arborização de praças em uma capital Amazônica, com base em parâmetros  
1083 morfométricos e ecológicos.

1084

## 1085 2. Material e métodos

### 1086 2.1. Área de estudo

1087 O estudo foi realizado na cidade de Belém, localizada no estado do Pará, Brasil.  
1088 Belém tem uma área de 1.059,466 km<sup>2</sup>, onde residem aproximadamente 1.393.399  
1089 habitantes. O município apresenta 36,1% do seu espaço urbanizado, onde apenas 22,3%  
1090 de suas vias são arborizadas (IBGE 2022). Nossa amostragem contemplou 50 praças, as  
1091 quais foram distribuídas em seis distritos administrativos (Fig. 1).



1092

1093 **Figura 1.** Localização das 50 praças estudadas - Belém, Amazônia Oriental.

1094

1095 **2.2. Coleta de dados**

1096 Todos os indivíduos arbóreos das praças com Diâmetro a Altura do Peito (DAP  
1097  $\geq 5,0$  cm) foram identificados e mensurados no período de janeiro a julho de 2023. Para  
1098 cada indivíduo, mediu-se as seguintes variáveis: a) Circunferência a altura do peito -  
1099 1,30 m do solo (CAP) com auxílio de uma fita métrica, onde posteriormente foi  
1100 convertida para o DAP; b) A altura total (Ht em metros), a qual foi estimada com  
1101 hipsômetro clinômetro Haglof, e; c) O diâmetro de copa (DC em metros) foi estimado  
1102 com auxílio de uma trena de 50 m, a partir de medições em sentidos opostos da projeção  
1103 da copa (direito e esquerdo) realizadas na base da árvore, tanto no sentido longitudinal  
1104 quanto transversal, totalizando quatro medições por árvore, e por fim, foi realiza uma  
1105 média das distâncias.

1106 As espécies foram identificadas *in situ* ou por meio da coleta de material  
1107 botânico, o qual foi destinado para o herbário Felisberto Camargo no Instituto de  
1108 Ciências Agrárias - ICA, da Universidade Federal Rural da Amazônia. Todas as  
1109 espécies arbóreas foram organizadas de acordo com a família botânica, nome científico  
1110 e origem (Nativa da Amazônia, Exótica da Amazônia e Exótica do Brasil), de acordo os  
1111 dados do Herbário Digital Flora do Brasil (Flora e Funga do Brasil 2023). Os nomes  
1112 científicos tiveram sua grafia corrigida em comparação com o banco de dados do  
1113 Missouri Botanical Garden, disponível no site [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org). Por fim, foi utilizado  
1114 o sistema de classificação botânica “Angiosperm Phylogeny Group” (APG IV 2016).

1115

1116 **2.3. Cobertura de copa**

1117 Com base no diâmetro de copa, calculou-se a cobertura de copa, seguindo  
1118 (Carcereri et al. 2016), por meio do cálculo da área de projeção total de copas (m<sup>2</sup>).  
1119 Com base no DC foi calculado a área de copa (AC em m<sup>2</sup>) (Eq. 1)

1120 
$$AC = \frac{DC^2 \cdot \pi}{4} \quad \text{Eq. 1}$$

1121 Em seguida, calculou-se a proporção entre a área de projeção de copas e a área  
1122 total da praça (m<sup>2</sup>), permitindo o cálculo da densidade de copas expressa por m<sup>2</sup> de  
1123 projeção de copas por ha.

1124

1125 **2.4. Parâmetros morfométricos**

1126 Os parâmetros morfométricos foram medidos com base nas variáveis de AC, Ht  
1127 e o DAP, todos em metros. Por meio da relação entre Ht e DAP, calculou-se o grau de

1128 esbeltez (GE). O índice de saliência (IS) foi calculado pela relação entre DC e DAP,  
1129 enquanto o índice de abrangência (IA) foi obtido por meio da divisão entre DC e Ht.

1130

1131

## 1132 **2.5. Análise de espécies com aptidão para arborização de praças**

1133 Para esta pesquisa, apenas espécies com a quantidade de indivíduos  $\geq 5$  foram  
1134 avaliadas. As espécies foram selecionadas com base na soma de valores ponderados de  
1135 acordo com as características das espécies, conforme adaptações das metodologias de  
1136 Salomão et al. (2014) e Martins et al. (2020) para seleção de espécies aptas para  
1137 restauração de ecossistemas minerados. No entanto, visando a seleção de espécies para  
1138 arborização das praças, considerou-se os parâmetros morfométricos (GE, IS, IA e AC).  
1139 Para cada parâmetro morfométrico, as espécies foram classificadas em quatro  
1140 categorias: a) muito bom (MB), quando a média do resultado de cada parâmetro para a  
1141 espécie ( $\bar{X}_{sp_i}$ ) for menor do que a média geral ( $\bar{X}_t$ ) subtraída ao desvio-padrão (Sd); b)  
1142 bom (BM), quando  $\bar{X}_t > \bar{X}_{sp_i} > \bar{X}_t - Sd$ ; c) ruim (RM), quando  $\bar{X}_t > \bar{X}_{sp_i} < \bar{X}_t + Sd$ ; e d)  
1143 muito ruim (MR), quando  $\bar{X}_{sp_i} > \bar{X}_t + Sd$ . Para os parâmetros GE, IS e IA, quanto  
1144 menor os valores, maior a nota recebida para a espécie, pois o aumento destes  
1145 parâmetros estão relacionados a maior instabilidade e a susceptibilidade a quedas das  
1146 árvores (Wink et al. 2012; Rondon Neto et al. 2023). Por isso, para estes parâmetros  
1147 foram atribuídos valores de MB = 4, BM = 3, RM = 2 e MR = 1, para AC, pesos  
1148 dobrados foram atribuídos (MB = 8, BM = 6, RM = 4 e MR = 2), pois entende-se que  
1149 esta variável está diretamente associada ao sombreamento e ao conseqüentemente  
1150 conforto térmico almejado na arborização de praças, justificando a nota superior aos  
1151 demais parâmetros morfométricos.

1152 Para avaliar a ecologia das espécies, escolhemos os critérios de permanência das  
1153 folhas na copa, peso do fruto e origem da espécie. Essas informações foram adquiridas  
1154 com base na literatura científica (Material Suplementar 1). Para avaliar a permanência  
1155 das folhas na copa, as espécies foram divididas em perene (PE), semicaducifólia (SE) e  
1156 caducifólia (CA), atribuindo valores de 3, 2, e 1 para cada uma das características,  
1157 respectivamente. Neste caso, espécies perenes receberam maiores notas devido à  
1158 capacidade de sombreamento ao longo de todo o ano. Para o peso do fruto, as notas  
1159 foram triplicadas tendo em vista a intensa circulação de pessoas e, conseqüentemente,  
1160 maiores aos riscos de acidentes provocados pela queda de um fruto pesado. Portanto, os  
1161 frutos foram classificados em leve (L), quando massa fresca  $< 50g$ , e pesado (P) quando

1162 massa fresca > 50g, atribuindo as notas 1 e 3, respectivamente. Quando não foi possível  
1163 encontrar a massa seca para a espécie, foi utilizado os valores de espécies semelhantes  
1164 do mesmo gênero. Por fim, para a origem, as espécies foram divididas em: a) nativa da  
1165 Amazônia (NA) = 6; b) exótica da Amazônia (EA) = 4; e c) exótica do Brasil (EB) = 2.

1166 Para selecionar as espécies mais apropriadas à arborização de praças, somamos  
1167 as notas atribuídas a cada variável dos parâmetros morfométricos e das características  
1168 ecológicas (Eq. 2). Assim, quanto maior o valor ponderado (VP), mais recomendada  
1169 para arborização é a espécie.

$$1170 \quad \quad \quad VP = GE + IS + IA + AC + TF + TC + O \quad \quad \quad \text{Eq. 2}$$

1171 Onde:

1172 VP = Valor Ponderado, onde o mínimo possível é 11 (Menor aptidão) e o máximo é 41  
1173 (Maior aptidão);

1174 GE = Grau de Esbeltez, com valor mínimo de 1 e máximo de 4;

1175 IS = Índice de Saliência, variando de 1 a 4;

1176 IA = Índice de Abrangência, onde 1 é o valor mínimo e 4 o máximo;

1177 AC = Área de Copa, com valor mínimo de 2 e máximo de 8;

1178 TF = Tipo de Fruto, com valor mínimo de 3 e máximo de 12;

1179 PC = Permanência de folhas na Copa, variando de 1 a 3;

1180 O = Origem da espécie, recebendo valor mínimo de 2 e máximo de 6.

1181

### 1182 **3. Resultados**

1183 No inventário foram encontrados 1443 indivíduos de 75 espécies e 27 famílias,  
1184 sendo Anacardiaceae, Bignoniaceae, Fabaceae, Chrysobalanaceae e Myrtaceae as  
1185 famílias com maior número de indivíduos. Em relação às espécies, as mais encontradas  
1186 foram o *Handroanthus hepetaphyllus* (Vell.) Mattos, *Mangifera indica* L., *Moquilea*  
1187 *tomentosa* Benth, *Ficus benjamina* L. e *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.Grose,  
1188 com apenas 23,70% do total consideradas nativas da Amazônia (Material Suplementar  
1189 2). A média da área de copa foi de 287,32 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>.

1190 *Andira inermis* apresentou o maior valor ponderado, destacando-se pelos  
1191 elevados valores de AC, o tipo de fruto e copa perene (Tabela 1). *Ceiba pentendra* (L.)  
1192 Gaertn. e *Moquilea tomentosa* Benth. ocuparam os 2º e 3º lugar no ranking,  
1193 respectivamente, sendo ambas com valores bons de GE e AC, embora a última não seja  
1194 uma espécie nativa da Amazônia. As espécies do gênero *Handroanthus*, também  
1195 apresentaram boas características para arborização urbana, apesar de AC ser classificada

1196 como ruim. Espécies exóticas como a *Syzygium cumini* (L.) Skeels, *Bauhinia variegata*  
 1197 L., *Cynometra cauliflora* L., apesar de serem exóticas do Brasil, apresentaram um  
 1198 potencial para a arborização de praças devido as suas características perenes e por seus  
 1199 frutos leves (Tabela 1). Espécies nativas da Amazônia como a *Bertolletia excelsa*  
 1200 Bonpl., *Clitoria fairchildiana* R.A.Howard e *Swietenia macrophylla* King, não são  
 1201 recomendadas para a arborização de praças, devido aos baixos valores de AC,  
 1202 características caducifólias e, principalmente, frutos pesados. Além dessas, não se  
 1203 recomenda *Cassia fistula* L., que obteve o menor valor ponderado (Tabela 1).

1204

1205 **Tabela 1.** Espécies consideradas com potencial para implantação em praças urbanas de  
 1206 cidades tropicais na Amazônia, de acordos com parâmetros morfométricos,  
 1207 características ecológicas. GE = Grau de Esbeltez; IS = Índice de Saliência; IA = Índice  
 1208 de Abrangência; AC = Área de Copa; TF = Tipo de Fruto; PC = Permanência das folhas  
 1209 na Copa; O = Origem; VP = Valor Ponderado; MB = Muito Bom; BM = Bom; RM =  
 1210 Ruim; MR = Muito Ruim; PE = Perene; SE = Semicaducifólia; CA = Caducifólia; L =  
 1211 Leve; P = Pesado; NA = Nativa da Amazônia; EA = Exótica da Amazônia; EB =  
 1212 Exótica do Brasil.

Espécie	GE	IS	IA	AC	TF	PC	O	VP
<i>Andira inermis</i>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(6)</sup>	L <sup>(12)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	34
<i>Ceiba pentandra</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(6)</sup>	L <sup>(12)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	33
<i>Moquilea tomentosa</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(6)</sup>	L <sup>(12)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EA <sup>(4)</sup>	33
<i>Handroanthus serratifolius</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	30
<i>Syzygium cumini</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	29
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	EA <sup>(4)</sup>	28
<i>Paubrasilia echinata</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	SE <sup>(2)</sup>	EA <sup>(4)</sup>	28
<i>Bauhinia variegata</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	27
<i>Cynometra cauliflora</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	27
<i>Terminalia catappa</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	L <sup>(12)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	27
<i>Bertolletia excelsa</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	MB <sup>(4)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	SE <sup>(2)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	25
<i>Swietenia macrophylla</i>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(6)</sup>	P <sup>(3)</sup>	SE <sup>(2)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	25
<i>Mangifera indica</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(6)</sup>	P <sup>(3)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	22
<i>Morinda citrifolia</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	22
<i>Clitoria fairchildiana</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	NA <sup>(6)</sup>	21
<i>Syzygium malaccense</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	21
<i>Delonix regia</i>	BM <sup>(3)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	MR <sup>(1)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	19
<i>Ficus benjamina</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	PE <sup>(3)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	19
<i>Cassia fistula</i>	RM <sup>(2)</sup>	RM <sup>(2)</sup>	BM <sup>(3)</sup>	RM <sup>(4)</sup>	P <sup>(3)</sup>	CA <sup>(1)</sup>	EB <sup>(2)</sup>	17

1213

## 1214 4. Discussão

### 1215 4.1. Visão geral do estudo

1216           Investigamos a seleção de espécies aptas para a arborização urbana das praças de  
1217 uma capital da Amazônia, com foco em parâmetros morfométricos e ecológicos, além  
1218 de um diagnóstico sobre a projeção de copas de praças. Destacamos a existência de  
1219 espécies que devem ser priorizadas e incentivadas na arborização, ao mesmo tempo que  
1220 o uso incorreto de espécies que podem acarretar prejuízos à vida dos visitantes das  
1221 praças devido aos frutos pesados. Além disso, evidenciamos a necessidade de utilizar  
1222 espécies nativas para aumentar a biodiversidade e promover uma arborização mais  
1223 eficiente e segura, atendendo às demandas de sombreamento e conforto térmico em  
1224 áreas urbanas na Amazônia.

1225

#### 1226 **4.2. Parâmetros para a seleção de espécies**

1227           Para a escolha de espécies aptas à arborização urbana, parâmetros como o grau  
1228 de esbeltez (GE) são importantes, pois se torna necessária a implantação de árvores  
1229 mais estáveis. Nesse caso, o GE atua como uma métrica capaz de expressar a  
1230 estabilidade das árvores, sendo que quanto mais baixo o GE, mais estáveis são estas  
1231 árvores e menos susceptíveis as suas copas estão a ação de ventos (Roman et al. 2009;  
1232 Rondon Neto et al. 2023b). Neste estudo, nenhuma espécie utilizada na arborização de  
1233 praças apresentou um GE classificado como “muito bom”, evidenciando possíveis  
1234 riscos de tombamento após as intensas e frequentes chuvas da região, pois estas  
1235 geralmente estão associadas a fortes rajadas de vento na Amazônia.

1236           O índice de abrangência (IA) é outra métrica relevante, pois representa a  
1237 distribuição de carga da árvore em relação à projeção de copa e altura total.  
1238 Normalmente árvores com IA maiores que 1,5 estão mais susceptíveis a problemas  
1239 como a queda de galhos, podendo estar relacionada ao desequilíbrio natural da espécie  
1240 ou à intervenções inadequadas na copa, comprometendo a distribuição de carga  
1241 (Bobrowski and Biondi 2017). As espécies *B. excelsa* (Fig. 2A) e *Delonix regia* (Bojer  
1242 ex Hook.) Raf. (Fig. 2D) foram exemplos extremos de IA, sendo a primeira classificada  
1243 com IA muito bom e a outra, muito ruim. Visualmente este parâmetro pode ser  
1244 observado pela disformidade existente entre a copa e a distribuição dos galhos em  
1245 relação à planta (Fig. 2A). *B. excelsa*, por exemplo, é uma árvore de grande porte,  
1246 alcançando alturas de até 50 m (Lorenzi 2008), porém com pequena área de copa  
1247 (classificada como ruim neste trabalho), possibilitando maior equilíbrio, o que não é  
1248 observado para a outra espécie.

1249 O IS pode servir como parâmetro para o planejamento do espaçamento adequado  
1250 entre árvores, proporcionando condições favoráveis para o crescimento destes  
1251 indivíduos (Bobrowski and Biondi 2017). Quanto menor o valor de IS, maior é a área de  
1252 superfície de copa proporcional, sendo este indivíduo mais eficiente na utilização de  
1253 espaço (Sterba 1992). Já a AC é uma variável importante para a proporção do  
1254 sombreamento, e em nosso trabalho, espécies como a *C. pentandra* (Fig. 2C) e *A.*  
1255 *inermis* (Fig. 2B) apresentaram médias superiores a 50 m<sup>2</sup>, mostrando assim, que estas  
1256 espécies apresentam indivíduos com área de copa capaz de proporcionar um  
1257 sombreamento adequado (Rondon Neto et al. 2023b).

1258 Além disso, com a problemática das mudanças climáticas nos centros urbanos,  
1259 áreas com maior cobertura de copas, além do sombreamento, apresentam maiores  
1260 índices de conforto térmico e umidificação (Liu et al. 2021), sendo, portanto, de grande  
1261 utilidade o estudo das dimensões das copas de árvores no ecossistema urbano no que diz  
1262 respeito ao planejamento e provisão de serviços ecossistêmicos, principalmente de  
1263 mitigação climática, uma vez que a projeção e o diâmetro de copa, bem como o índice  
1264 de área foliar, são variáveis que interferem diretamente na capacidade de regulação  
1265 microclimática desses vegetais (Xue et al. 2023). Todavia, no geral as praças  
1266 apresentaram baixo valor de projeção de copa quando comparadas a outras cidades  
1267 brasileiras, como Curitiba – PR (2807,46 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) (Carcereri et al. 2016).

1268

1269



1270

1271 **Figura 2.** Espécies utilizadas na arborização de praças de Belém, Amazônia Oriental,  
 1272 com bom parâmetro de área de copa. A = *B. excelsa*, B = *A. inermis*, C = *C. pentandra*,  
 1273 D = *D. regia*.

1274

1275         Conhecer a influência do ambiente nos padrões de crescimento e proporções  
 1276 alométricas das árvores urbanas é essencial para um bom planejamento, uma vez que  
 1277 são informações decisivas para a escolha de espécies adequadas a cada contexto local,  
 1278 levando em consideração o espaço disponível para a sobrevivência dessas plantas  
 1279 (Schmucker et al. 2024). Além disso, as dimensões dos indivíduos arbóreos e suas  
 1280 proporções são afetadas diretamente por variáveis ambientais externas, precipitação  
 1281 anual, sazonalidade das chuvas, velocidade dos ventos e características edáficas são  
 1282 alguns dos fatores que podem causar variabilidade no IS de árvores tropicais, e por isso

1283 devem ser analisados no contexto dos fatores de estresse urbanos e da crise climática  
1284 global (Loubota Panzou et al. 2021).

1285

### 1286 **4.3. Espécies com potencial para a arborização de praças em Belém, Amazônia** 1287 **Oriental**

1288 As espécies nativas *A. inermis* e *C. pentandra* apresentaram maior potencial para  
1289 a cobertura de copas. Além disso, ambas apresentam grande potencial para o estoque de  
1290 biomassa acima do solo, contribuindo redução da emissão de carbono (Lugo-Pérez et al.  
1291 2023). A valorização de espécies nativas na arborização pode trazer benefícios como o  
1292 aumento da biodiversidade natural do ambiente, conservação da fauna local e também  
1293 ressaltar os valores culturais atrelados a estas espécies (Stewart et al. 2004). *B. excelsa* e  
1294 *S. macrophylla* são espécies nativas, que também apresentam o mesmo potencial das  
1295 espécies citadas anteriormente, entretanto, devido ao peso de seus frutos, como por  
1296 exemplo, o peso do fruto da *B. excelsa* pode ultrapassar 500g (Camargo et al. 2010), e  
1297 dependendo do tamanho e da espessura dos frutos, acidentes podem ser causados à  
1298 população (Silva et al. 2022), tornando estas espécies inadequadas para a utilização em  
1299 espaços com fluxo de pessoas.

1300 O gênero *Handroanthus* apresentou bons resultados em relação às demais  
1301 espécies, sendo indicado para a utilização na arborização de praças de cidades tropicais.  
1302 Uma de suas características mais relevantes, seria o embelezamento proporcionada pela  
1303 sua floração (Silva et al. 2019b), uma vez que estudos de percepção indicam a  
1304 preferência da população urbana por vegetações com grande quantidade de flores, assim  
1305 como grande variedade de cores, o que tende a melhorar a qualidade cênica e aumentar  
1306 a visita em áreas verdes urbanas com essas características (Tomitaka et al. 2021; Mou et  
1307 al. 2023; Babington et al. 2023). No entanto, o comportamento decíduo pode ser um  
1308 problema para a provisão de sombreamento, ao contrário de *M. indica*, que é  
1309 amplamente utilizada na arborização urbana de Belém devido ao potencial para esta  
1310 finalidade. Entretanto, além de ser uma espécie exótica, também resulta em danos a rede  
1311 de cabeamento aéreo e ao calçamento, quando utilizada na arborização viária (Silva et  
1312 al. 2018). Quando atrelado ao tamanho de seus frutos, a espécie pode acarretar em mais  
1313 danos para os equipamentos públicos e para os visitantes das praças, sendo assim, não  
1314 seria uma espécie adequada para a arborização de praças públicas.

1315 Outras espécies exóticas como *S. cumini*, *B. variegata* e *Terminalia catappa*, são  
1316 exemplos de espécies amplamente utilizadas na arborização urbana no Brasil (Abreu et

1317 al. 2023), e duas delas sendo consideradas espécies naturalizadas em território brasileiro  
1318 (Flora e Funga do Brasil 2023). Além dessas, *C. fistula* é uma espécie muito utilizada na  
1319 arborização urbana do Brasil devido ao seu potencial ornamental, pois é uma espécie de  
1320 pequeno porte, bem vista para a utilização em canteiros (Boscardin et al. 2015).  
1321 Entretanto, em nosso trabalho, a espécie apresentou parâmetros morfométricos ruins,  
1322 fruto pesado e a característica caducifólia. Sendo assim, é uma espécie que precisa ser  
1323 monitorada para a sua perpetuação na arborização urbana de Belém-PA. Somado a isso,  
1324 destaca-se que a região Amazônia contém cerca de 16.000 espécies de árvores em seu  
1325 bioma (ter Steege et al. 2020) e muitas dessas não foram avaliadas acerca de seu  
1326 potencial, evidenciando a necessidade de estudos sobre o potencial destas espécies para  
1327 a arborização urbana.

1328

## 1329 **5. Conclusão**

1330 Os parâmetros morfométricos (grau de Esbeltez, índice de saliência e índice de  
1331 abrangência) e características ecológicas (permanência de copa, peso do fruto e origem)  
1332 foram eficientes para a seleção de espécies com aptidão para a arborização de praças,  
1333 pois garante a estabilidade das árvores, minimiza problemas como a queda de galhos e  
1334 riscos à vida de frequentadores com a queda de frutos pesados. As espécies nativas da  
1335 Amazônia *A. inermis* e *C. pentandra* mostraram-se as mais adequadas para a  
1336 arborização de praças. A espécie exótica *C. fistula* foi a que apresentou o menor  
1337 potencial para a arborização, porém espécies nativas como *B. excelsa* e *S. macrophylla*  
1338 apresentam características limitantes para o uso em áreas com alto fluxo de pessoas.  
1339 Evidenciou-se que o potencial de espécies amazônicas nativas ainda é pouco explorado,  
1340 e estudos adicionais são necessários para uma arborização urbana mais diversificada.

1341

## 1342 **6. Referências**

1343

- 1344 Abreu, M., Pacheco Coelho Júnior, W., Monteiro Luz, A. R., Oliveira, Y. R., & Macedo  
1345 Rocha, A. (2023). Arborização urbana de um município do Nordeste do Brasil:  
1346 frequência de espécie exótica preocupante. *Acta Biológica Catarinense*, 10(4), 53–  
1347 68. <https://doi.org/10.21726/abc.v10i4.2072>
- 1348 APG IV. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the  
1349 orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean*  
1350 *Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- 1351 Babington, A., Hughes, M., Farrell, C., Chambers, J., & Standish, R. J. (2023).  
1352 Preference for multi-layered, flowering, woody streetscape plantings in a

- 1353 mediterranean-type climate. *Urban Forestry & Urban Greening*, 89, 128094.  
1354 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128094>
- 1355 Bobrowski, R., & Biondi, D. (2017). Morfometria De Espécies Florestais Plantadas Nas  
1356 Calçadas. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 12(1), 1.  
1357 <https://doi.org/10.5380/revsbau.v12i1.63493>
- 1358 Boscardin, J., Costa, E. C., Garlet, J., & Murari, A. B. (2015). Danos de  
1359 *Pygiopachymerus lineola* (Chevrolat, 1871) (Coleoptera: Chrysomelidae:  
1360 bruchinae) em sementes de chuva-de-ouro (*Cassia fistula* L.) utilizadas na  
1361 arborização urbana de Santa Maria, RS. *Revista Da Sociedade Brasileira de*  
1362 *Arborização Urbana*, June.
- 1363 Camargo, F. F., Costa, R. B. da, Resende, M. D. V. de, Roa, R. A. R., Rodrigues, N. B.,  
1364 Santos, L. V. dos, & Freitas, A. C. A. de. (2010). Variabilidade genética para  
1365 caracteres morfométricos de matrizes de castanha-do-brasil da Amazônia Mato-  
1366 grossense. *Acta Amazonica*, 40(4), 705–710. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672010000400010>
- 1368 Carcereri, V. H., Biondi, D., & Batista, A. C. (2016a). Análise da cobertura arbórea das  
1369 praças de Curitiba – PR. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
1370 11(2), 12. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i2.63411>
- 1371 Carcereri, V. H., Biondi, D., & Batista, A. C. (2016b). Análise da cobertura arbórea das  
1372 praças de Curitiba – PR. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
1373 11(2), 12. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v11i2.63411>
- 1374 Flora e Funga do Brasil. (2023). *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*.
- 1375 Franco, M. J., & Casadei, J. D. M. (2022). Dinâmica de circulação de pedestres como  
1376 indicativo de locais prioritários para arborizar em uma via comercial de centro  
1377 urbano. *Interações*, 23, 879–892.
- 1378 IBGE, I. B. G. . E. (2022). *Censo demográfico, 2022*.  
1379 <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>
- 1380
- 1381 Korkou, M., Tarigan, A. K. M., & Hanslin, H. M. (2023). The multifunctionality  
1382 concept in urban green infrastructure planning: A systematic literature review.  
1383 *Urban Forestry & Urban Greening*, 85, 127975.  
1384 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127975>
- 1385 Liu, S., Zhao, Dr. J., Xu, M., & Ahmadian, E. (2021). Effects of landscape patterns on  
1386 the summer microclimate and human comfort in urban squares in China.  
1387 *Sustainable Cities and Society*, 73, 103099.  
1388 <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103099>
- 1389 Lorenzi, H. (2008). *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas*  
1390 *Arbóreas Nativas do Brasil: v.1* (5a edição).
- 1391 Loubota Panzou, G. J., Fayolle, A., Jucker, T., Phillips, O. L., Bohlman, S., Banin, L.  
1392 F., Lewis, S. L., Affum-Baffoe, K., Alves, L. F., Antin, C., Arets, E., Arroyo, L.,  
1393 Baker, T. R., Barbier, N., Beeckman, H., Berger, U., Bocko, Y. E., Bongers, F.,  
1394 Bowers, S., ... Feldpausch, T. R. (2021). Pantropical variability in tree crown  
1395 allometry. *Global Ecology and Biogeography*, 30(2), 459–475.  
1396 <https://doi.org/10.1111/geb.13231>
- 1397 Lugo-Pérez, J., Hajian-Forooshani, Z., Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2023). The  
1398 importance of shade trees in promoting carbon storage in the coffee agroforest

- 1399 systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 355, 108594.  
 1400 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108594>
- 1401 Mou, N., Wang, J., Zheng, Y., Zhang, L., Makkonen, T., Yang, T., & Niu, J. (2023).  
 1402 Flowers as attractions in urban parks: Evidence from social media data. *Urban*  
 1403 *Forestry & Urban Greening*, 82, 127874.  
 1404 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.127874>
- 1405 Muscas, D., Orlandi, F., Petrucci, R., Proietti, C., Ruga, L., & Fornaciari, M. (2024).  
 1406 Effects of urban tree pruning on ecosystem services performance. *Trees, Forests*  
 1407 *and People*, 15, 100503. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100503>
- 1408 Ofremu, G. O., Raimi, B. Y., Yusuf, S. O., Dziwornu, A., Nnabuife, S. G., Eze, A. M.,  
 1409 & Nnajifor, A. (2024). Exploring the Relationship between Climate Change, Air  
 1410 Pollutants and Human Health: Impacts, Adaptation, and Mitigation Strategies.  
 1411 *Green Energy and Resources*, 100074. <https://doi.org/10.1016/j.gerr.2024.100074>
- 1412 Rašković, S., & Decker, R. (2015). The influence of trees on the perception of urban  
 1413 squares. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(2), 237–245.  
 1414 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.02.003>
- 1415 Roman, M., Bressan, D. A., & Durlo, M. A. (2009). Variáveis morfológicas e relações  
 1416 interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. *Ciencia*  
 1417 *Florestal*, 19(4), 473–480. <https://doi.org/10.5902/19805098901>
- 1418 Rondon Neto, R. M., Silva, A. C. F. da, & Wojciechowski, J. C. (2023a). *Aspectos*  
 1419 *morfométricos de árvores de Handroanthus serratifolius (Vahl) S.O. Grose) em*  
 1420 *pastagem arborizada*. 10–15.
- 1421 Rondon Neto, R. M., Silva, A. C. F. da, & Wojciechowski, J. C. (2023b). *Aspectos*  
 1422 *morfométricos de árvores de Handroanthus serratifolius (Vahl) S.O. Grose) em*  
 1423 *pastagem arborizada*. 10–15.
- 1424 Sales, D. C. de M., Rodrigues, N. M. M., Luz, A. L. da S., Duarte, V. B. R., Freitas, J.  
 1425 M. N. de, & Pessoa, A. D. C. (2023). Arborização no centro urbano de Santo  
 1426 Antônio do Tauá, Pará. *Revista Da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*,  
 1427 18(1), 19. <https://doi.org/10.5380/revsbau.v18i1.87839>
- 1428 Schmucker, J., Skovsgaard, J. P., Uhl, E., & Pretzsch, H. (2024). Crown structure,  
 1429 growth, and drought tolerance of true service tree (*Sorbus domestica* L.) in forests  
 1430 and urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening*, 91, 128161.  
 1431 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128161>
- 1432 Silva, A. G. da, Oliveira, A. F. de, Martini, A., Biondi, D., Santos, E. dos, Assis, E. S.  
 1433 de, Pereira, G. de A., Marco, J. C. De, Monteiro, P. H. R., Ramalho, R. da S.,  
 1434 Oliveira, S. A. de S., & Gonçalves, W. (2022). *Arborização Urbana:*  
 1435 *considerações sobre o planejamento, implantação, manejo e gestão* (CEMIG, Ed.;  
 1436 1st ed.).
- 1437 Silva, D. A. da, Batista, D. B., & Batista, A. C. (2018). Avaliação qualitativa da  
 1438 arborização com *Mangifera indica* nas ruas de Belém – PA. *Acta Biológica*  
 1439 *Catarinense*, 5(1). <https://doi.org/10.21726/abc.v5i1.432>
- 1440 Silva, O. H. da, Locastro, J. K., Sanches, S. da P., De Angelis Neto, G., De Angelis, B.  
 1441 L. D., & Caxambu, M. G. (2019). Avaliação da arborização viária da cidade de São  
 1442 Tomé, Paraná. *Ciência Florestal*, 29(1), 371–384.  
 1443 <https://doi.org/10.5902/1980509824889>
- 1444 Soares, A. C. S., dos Santos, R. O., Soares, R. N., Cantuaria, P. C., de Lima, R. B., & da  
 1445 Silva e Silva, B. M. (2021). Paradox of afforestation in cities in the Brazilian

- 1446 Amazon: An understanding of the composition and floristic similarity of these  
 1447 urban green spaces. *Urban Forestry & Urban Greening*, 66, 127374.  
 1448 <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127374>
- 1449 Sterba, H. (1992). *Forstliche Ertragslehre* (4th ed.).
- 1450 Stewart, G. H., Ignatieva, M. E., Meurk, C. D., & Earl, R. D. (2004). The re-emergence  
 1451 of indigenous forest in an urban environment, Christchurch, New Zealand. *Urban*  
 1452 *Forestry & Urban Greening*, 2(3), 149–158. [https://doi.org/10.1078/1618-8667-](https://doi.org/10.1078/1618-8667-00031)  
 1453 00031
- 1454 Stocco, S., Cantón, M. A., & Correa, E. N. (2015). Design of urban green square in dry  
 1455 areas: Thermal performance and comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*,  
 1456 14(2), 323–335. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.03.001>
- 1457 Tang, K., Wang, Y., & Wang, H. (2024). The impact of innovation capability on green  
 1458 development in China's urban agglomerations. *Technological Forecasting and*  
 1459 *Social Change*, 200, 123128. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123128>
- 1460 ter Steege, H., Prado, P. I., Lima, R. A. F. de, Pos, E., de Souza Coelho, L., de Andrade  
 1461 Lima Filho, D., Salomão, R. P., Amaral, I. L., de Almeida Matos, F. D., Castilho,  
 1462 C. V., Phillips, O. L., Guevara, J. E., de Jesus Veiga Carim, M., Cárdenas López,  
 1463 D., Magnusson, W. E., Wittmann, F., Martins, M. P., Sabatier, D., Irumé, M. V.,  
 1464 ... Pickavance, G. (2020). Biased-corrected richness estimates for the Amazonian  
 1465 tree flora. *Scientific Reports*, 10(1), 10130. [https://doi.org/10.1038/s41598-020-](https://doi.org/10.1038/s41598-020-66686-3)  
 1466 66686-3
- 1467 Tomitaka, M., Uchihara, S., Goto, A., & Sasaki, T. (2021). Species richness and flower  
 1468 color diversity determine aesthetic preferences of natural-park and urban-park  
 1469 visitors for plant communities. *Environmental and Sustainability Indicators*, 11,  
 1470 100130. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100130>
- 1471 Wang, Z., Li, Z., Wang, Y., Zheng, X., & Deng, X. (2024). Building green  
 1472 infrastructure for mitigating urban flood risk in Beijing, China. *Urban Forestry &*  
 1473 *Urban Greening*, 93, 128218. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128218>
- 1474 Wink, C., Monteiro, J. S., Reinert, D. J., & Liberalesso, E. E. (2012). Parâmetros da  
 1475 copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes  
 1476 idades. *Scientia Forestalis/Forest Sciences*, 40(93), 57–67.
- 1477 Xue, S., Chao, X., Wang, K., Wang, J., Xu, J., Liu, M., & Ma, Y. (2023). Impact of  
 1478 Canopy Coverage and Morphological Characteristics of Trees in Urban Park on  
 1479 Summer Thermal Comfort Based on Orthogonal Experiment Design: A Case  
 1480 Study of Lvyin Park in Zhengzhou, China. *Forests*, 14(10), 2098.  
 1481 <https://doi.org/10.3390/f14102098>

1482

### 1483 **Considerações finais**

1484

1485 Observou-se que o estudo da composição florística, atrelado a estudos de  
 1486 diversidade, origem e status de conservação das espécies arbóreas, foi essencial para  
 1487 compreender o cenário atual das praças urbanas de Belém. Onde foi notória a má  
 1488 distribuição de espécies arbóreas entre todos os distritos administrativos estudados. Este  
 1489 estudo proporcionou resultados importantes para futuras intervenções e implementações

1490 de novas praças na cidade. Além disso, foi possível detectar espécies com potencial para  
 1491 a utilização na arborização urbana de Belém, como as espécies amazônicas *Andira*  
 1492 *inermis* (W. Wright) DC. e a *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., proporcionando um espaço  
 1493 agradável e seguro para a população, além de servirem como mitigadoras dos efeitos  
 1494 negativos das mudanças climáticas, reforçando que praças planejadas e arborizadas  
 1495 tornam as cidades mais adaptadas aos impactos ambientais negativos.

1496

## 1497 Material Suplementar

1498 **Material Suplementar 1.** Origem, Característica de copa, Peso do fruto de espécies  
 1499 encontradas em praças urbanas na cidade de Belém do Pará, Amazônia, Brasil. O =  
 1500 Origem; CC= Característica de Copa; PF = Peso do Fruto. NA = Nativa da Amazônia; L  
 1501 = Leve; P = Pesada.

Espécie	O	CC	Referência	PF	Referência
<i>Andira inermis</i>	NA	Perene	(Lorenzi 2009)	L	(Janzen et al. 1976)
<i>Bauhinia variegata</i>	EB	Decídua	(Gautam 2012)	L	(Verma et al. 2012)
<i>Bertholletia excelsa</i>	NA	Decídua	(Lorenzi 2008)	P	(Dionisio et al. 2019)
<i>Cassia fistula</i>	EB	Decídua	(Vivek and Parthasarathy 2018)	P	(Barthakur et al. 1995)
<i>Ceiba pentandra</i>	NA	Decídua	(Lorenzi 2008)	L	(Yang et al. 2015)
<i>Clitoria fairchildiana</i>	NA	Decídua	(Lorenzi 2008)	P	(Sampaio et al. 2015)
<i>Cynometra cauliflora</i>	EB	Decídua	(Tajudin et al. 2012)	L	(Nasution and Hadiati 2020)
<i>Delonix regia</i>	EB	Perene	(Bhowmik et al. 2021)	P	(Dutra et al. 2017)
<i>Ficus benjamina</i>	EB	Perene	(Guevara-Escobar et al. 2007)	P	(Freitas et al. 2015)
<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	EA	Decídua	(Lorenzi 2008)	L	(Gemaque et al. 2002)
<i>Handroanthus serratifolius</i>	NA	Decídua	(Lorenzi 2008)	L	(Gemaque et al. 2002)
<i>Mangifera indica</i>	EB	Perene	(Chavan, B. 2012)	P	(Galli et al. 2008)
<i>Moquilea tomentosa</i>	EA	Perene	(Lorenzi 2008)	L	(Monteiro et al. 2012)
<i>Morinda citrifolia</i>	EB	Perene	(Nelson 2003)	P	(Silva et al. 2013)
<i>Paubrasilia echinata</i>	EA	Semedecídua	(Lorenzi 2008)	L	(Autores, 2024)
<i>Swietenia macrophylla</i>	NA	Semedecídua	(Lorenzi 2008)	P	(Rojas 2015)
<i>Syzygium cumini</i>	EB	Perene	(Madani et al. 2005)	L	(Allaylay Devi et al. 2016)
<i>Syzygium malaccense</i>	EB	Perene	(Tsuchiya 2021)	P	(Batista et al. 2017)
<i>Terminalia catappa</i>	EB	Decídua	(Danniswari et al. 2020)	L	(Marques et al. 2012)

1502

1503 **Material Suplementar 2.** Composição florística das praças do município de Belém,  
 1504 Amazônia Oriental. O = Origem, NA = Nativa da Amazônia, EA = Exótica da  
 1505 Amazônia e EB = Exótica do Brasil; NI = Número de Indivíduos.

Família	Espécie	O	NI
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i>	NA	5

	<i>Mangifera indica</i>	EB	497
	<i>Schinus terebinthifolia</i>	EA	1
Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	NA	1
	<i>Annona muricata</i>	EB	3
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	EB	4
	<i>Plumeria pudica</i>	EB	2
Asparagaceae	<i>Dracaena steudneri</i>	EB	3
	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	EA	268
	<i>Handroanthus ochraceus</i>	NA	5
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i>	NA	112
	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	EB	1
	<i>Newbouldia laevis</i>	EB	1
	<i>Tecoma stans</i>	EB	1
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	NA	2
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i>	NA	1
Casuarinaceae	<i>Casuarina cunninghamiana</i>	EB	2
Chrysobalanaceae	<i>Moquilea tomentosa</i>	EA	73
Clusiaceae	<i>Mammea americana</i>	EB	1
	<i>Platonia insignis</i>	NA	1
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	EB	40
	<i>Acacia mangium</i>	EB	3
	<i>Andira inermis</i>	NA	40
	<i>Bauhinia variegata</i>	EB	6
	<i>Cassia fistula</i>	EB	15
	<i>Cassia leiandra</i>	NA	1
	<i>Cenostigma tocantinum</i>	NA	1
	<i>Clitoria fairchildiana</i>	NA	71
	<i>Cynometra cauliflora</i>	EB	5
	<i>Delonix regia</i>	EB	14
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa</i>	EA	3
	<i>Hymenaea courbaril</i>	NA	2
	<i>Inga edulis</i>	NA	1
	<i>Inga sessilis</i>	NA	1
	<i>Libidibia ferrea</i>	NA	2
	<i>Paubrasilia echinata</i>	EA	23
	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	NA	2
	<i>Senna alata</i>	NA	1
	<i>Tamarindus indica</i>	EB	3
	<i>Tipuana tipu</i>	EB	3
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i>	NA	2
Lecythidaceae	<i>Bertholletia excelsa</i>	NA	5
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	NA	1
	<i>Ceiba pentandra</i>	NA	34
	<i>Gossypium hirsutum</i>	EB	1
Malvaceae	<i>Pachira aquatica</i>	NA	2
	<i>Pachira glabra</i>	EA	3
	<i>Theobroma grandiflorum</i>	NA	1
	<i>Azadirachta indica</i>	EB	3
	<i>Carapa guianensis</i>	NA	2
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	NA	5
	<i>Sandoricum koetjape</i>	EB	1
	<i>Swietenia macrophylla</i>	NA	28
	<i>Swietenia mahagoni</i>	EB	1
	<i>Artocarpus altilis</i>	EB	1
	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	EB	3
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	EB	32
	<i>Ficus maxima</i>	NA	3
	<i>Ficus thonningii</i>	EB	1
	<i>Morus nigra</i>	EB	1
Myrtaceae	<i>Melaleuca quinquenervia</i>	EB	2

	<i>Psidium cattleianum</i>	EA	1
	<i>Psidium guajava</i>	EB	2
	<i>Syzygium cumini</i>	EB	8
	<i>Syzygium malaccense</i>	EB	46
Oleaceae	<i>Fraxinus americana</i>	EB	1
Oxalidaceae	<i>Averrhoa bilimbi</i>	EB	1
	<i>Averrhoa carambola</i>	EB	6
Rutaceae	<i>Citrus ×latifolia</i>	EB	3
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	EB	6
	<i>Mussaenda erythrophylla</i>	EB	2
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	NA	1
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	NA	5
Urticaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	NA	4
Verbenaceae	<i>Gmelina arborea</i>	EB	4

1506