

Análise morfométrica de árvores em áreas verdes na região central de Curitiba, Paraná

Os serviços ambientais fornecidos pelas florestas urbanas são maximizados se as árvores tiverem um bom desenvolvimento, o que pode ser avaliado por meio de análises morfométricas. O objetivo foi analisar as relações morfométricas das espécies com mais registros de queda em áreas verdes localizadas no bairro Centro de Curitiba, Paraná. Foram avaliadas 122 árvores das espécies *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina falcata*, *Melia azedarach* e *Ligustrum lucidum* localizados no parque Passeio Público e em nove praças. Foram calculados os índices morfométricos: Proporção da Copa, Grau de Esbeltez, Índice de Saliência, Índice de Abrangência e Formal de Copa, por meio do teste de correlação de Pearson ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). As espécies *T. tipu* e *J. mimosifolia* apresentam os maiores valores para todos os índices morfométricos, e o formal de copa apresentado pelos indivíduos dessas duas espécies foi do tipo arredondada; *E. falcata* entre arredondada e elíptica horizontal; e *M. azedarach* e *L. lucidum*, elíptica horizontal. Houve correlações significativas negativas e positivas entre os índices, principalmente para *T. tipu* e *J. mimosifolia*. Os resultados encontrados permitem conhecer o comportamento das espécies arbóreas em áreas verdes urbanas e auxiliar no seu manejo.

Palavras-chave: Floresta urbana; Índices morfométricos; Praças.

Morphometric analysis of trees in green areas in the central region of Curitiba, Paraná

The environmental services provided by urban forests are maximized if the trees develop well, which can be assessed through morphometric analysis. The objective was to analyze the morphometric relationships of species with more records of falls in green areas located in the Centro district of Curitiba, Paraná. 122 trees of the species *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina falcata*, *Melia azedarach* and *Ligustrum lucidum* located in the Passeio Público park and in nine squares were evaluated. The morphometric indices were calculated: Crown Proportion, Degree of Slenderness, Saliency Index, Coverage Index and Formal of Crown, using the Pearson correlation to the 5% level of significance ($p < 0.05$). The species *T. tipu* and *J. mimosifolia* present the highest values for all morphometric indices, and the crown shape presented by individuals of these two species was of the rounded type; *E. falcata* between rounded and horizontal elliptical; and *M. azedarach* and *L. lucidum*, horizontal elliptical. There were significant negative and positive correlations between the indices, mainly for *T. tipu* and *J. mimosifolia*. The results found allow us to know the behavior of tree species in urban green areas and help in their management.


Keywords: Morphometric indices; Squares; Urban forest.


Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**


Received: **11/09/2021**


Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Approved: **19/11/2021**

Severo Ivasko Júnior 
Universidade Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2285946348702899>
<https://orcid.org/0000-0003-1620-4000>
severoivasko@gmail.com

Daniela Biondi Batista 
Universidade Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0187857348523672>
<https://orcid.org/0000-0003-0532-7363>
dbiondi@ufpr.br

Allan Rodrigo Nunho dos Reis 
Universidade Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9300850097951293>
<https://orcid.org/0000-0001-5878-4707>
allan.nunho@gmail.com

Alexandre Behling 
Universidade Federal do Paraná, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3861474565660261>
<https://orcid.org/0000-0002-7032-2721>
alexandre.behling@ufpr.br

Angeline Martini 
Universidade Federal de Viçosa, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/1793083628826054>
<https://orcid.org/0000-0002-4500-1221>
martini.angeline@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2318-2881.2021.004.0013

Referencing this:

IVASKO, S.; BATISTA, D. B.; REIS, A. R. N.; BEHLING, A.; MARTINI, A. A. Análise morfométrica de árvores em áreas verdes na região central de Curitiba, Paraná. **Nature and Conservation**, v.14, n.4, p.137-147, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2021.004.0013>

INTRODUÇÃO

Em ambientes antropizados, como as cidades, a floresta urbana constitui um componente importante para a manutenção do equilíbrio com o ambiente natural. Isso se deve às árvores, sobretudo suas copas, fornecerem diversos serviços ambientais importantes para o bem-estar humano, biodiversidade e meio físico. Bobrowski (2015) explica que a copa promove a regulação da produtividade primária do ecossistema, ao subsidiar a ciclagem de nutrientes e a fotossíntese, além de ter papel na manutenção das propriedades do solo, microclima, dinâmica dos ventos e luminosidade.

A arquitetura da copa das espécies arbóreas é definida por seu genótipo (BOBROWSKI et al., 2013). Contudo, no meio urbano nem sempre as árvores conseguem se desenvolver com suas características naturais, devido a fatores como o espaço reduzido ao seu bom desenvolvimento, e ao manejo, principalmente a poda. Por isso, durante o planejamento de espaços verdes urbanos é necessário conhecer o desenvolvimento das espécies arbóreas e escolher as que melhor se adaptam às condições disponíveis (MARIA et al., 2020). Além disso, para a gestão das árvores já implantadas, também é importante considerar o crescimento e o comportamento da arquitetura da copa de cada espécie para fins de manejo, como poda e remoção.

Dentre os métodos que vêm sendo utilizados para auxiliar na gestão arbórea urbana está a análise morfométrica das dimensões das árvores. Essa abordagem pode auxiliar no conhecimento das relações interdimensionais, do comportamento individual e da interação entre as árvores e o seu entorno, na adoção de critérios para escolha de para uso na arborização, e o estabelecimento de intervenções como as podas (BOBROWSKI et al., 2017). Assim, pode-se maximizar os benefícios fornecidos pelas árvores urbanas (MARIA et al., 2020).

Ademais, a análise da morfometria das espécies arbóreas é um parâmetro que pode fazer parte de uma série de variáveis para avaliar o risco de queda dessas árvores. Kontogianni et al. (2011) elaboraram índices visando relacionar a morfometria das árvores de rua de Thessaloniki, na Grécia, com a sua estabilidade e risco de queda. Essa relação ocorre porque de acordo com o comportamento da árvore no espaço onde foi implantada e o manejo empregado, a sua estabilidade estrutural pode ser afetada em algum nível que possa ocasionar a sua ruptura e consequente queda.

Contudo, no Brasil, as pesquisas relacionadas à morfometria de árvores urbanas que foram publicadas analisaram somente aquelas plantadas em ruas (BOBROWSKI et al., 2013; BOBROWSKI et al., 2017; MARIA et al., 2020). Ainda assim, o conhecimento sobre a morfometria de árvores urbanas é incipiente, uma vez que as primeiras pesquisas com esta temática têm cerca de 10 anos.

Por isso, também deve-se considerar os parâmetros morfométricos de árvores em áreas verdes, como parques e praças, sobretudo aquelas localizadas em regiões mais urbanizadas, como o centro das cidades. Isso se deve a esses locais serem mais acessíveis à população urbana, devido aos atrativos ecológicos, estéticos e sociais (OLIVEIRA et al., 2019).

Desse modo, pode-se conhecer a dinâmica do desenvolvimento das espécies e, assim, tornar a gestão

das áreas verdes mais eficiente. Isso porque podem haver conflitos entre as árvores e mobiliários urbanos como luminárias, passeios, bancos e estruturas construídas, ainda que nas áreas verdes haja mais espaço disponível para o desenvolvimento das árvores em comparação com as ruas. Assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar as relações morfométricas das cinco espécies com mais registros de queda no parque e nas praças localizadas no bairro Centro de Curitiba, Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na região central do município de Curitiba, Paraná, capital do estado do Paraná (Figura 1). O marco-zero de Curitiba encontra-se nas coordenadas 25°25'46,89754" S e 49°16'16,56011" O, na Praça Tiradentes, região central (IPPUC, 2021b). Curitiba está localizada a uma altitude média de 945 m; possui 75 bairros e 10 regionais administrativas¹.

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região de Curitiba é do tipo Cfb (IAPAR, 2019). A precipitação anual média é de 1587,52 mm (IAPAR, 2019). A temperatura média anual é de 22,31 °C; a umidade relativa média anual é de 69,02%; e a insolação tem média anual de 169,30 h por ano (WREGGE et al., 2015).

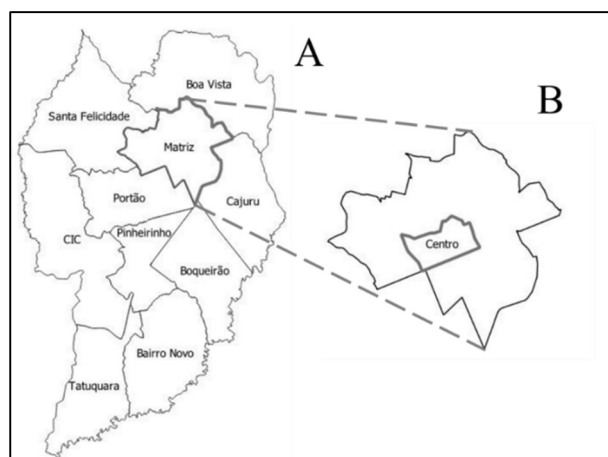


Figura 1: Localização do bairro Centro, em Curitiba, Paraná, Brasil. *A – Localização das regionais de Curitiba; B – Localização do bairro Centro, na Regional Matriz.

De acordo com IPPUC (2021a), a cidade de Curitiba possui 54 Reservas Particulares do Patrimônio Natural Municipal (RPPNM), 482 praças, 19 bosques, 46 parques, 1 Jardim Botânico, 10 Bosques de Conservação da Biodiversidade Urbana (BCBU), 2 Estações Ecológicas, e 1 Reserva da Vida Silvestre (RVS). Juntamente com outras tipologias, como jardins e largos, o total chega a 1288 áreas verdes urbanas (IPPUC, 2021a).

Inicialmente, foram verificadas com base na literatura as cinco espécies com maior frequência de registros de quedas nos últimos 20 anos na cidade de Curitiba (KLECHOWICZ, 2001; SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2020a). Constatou-se no levantamento as seguintes espécies: *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze (tipuana), *Jacaranda mimosifolia* D. Don (jacarandá), *Erythrina falcata* Benth. (conhecida popularmente por corticeira, é a única espécie nativa da região de Curitiba), *Melia azedarach* L. (cinamomo), e *Ligustrum lucidum*

¹ <https://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/perfil-da-cidade-de-curitiba/174>

W.T.Aiton (alfeneiro).

Na sequência, os indivíduos dessas espécies nas áreas verdes da região central de Curitiba, compostas pelo parque Passeio Público e 14 praças, foram cadastrados. O levantamento *in loco* indicou a presença de indivíduos das espécies de interesse no Passeio Público e em nove praças (Figura 2).

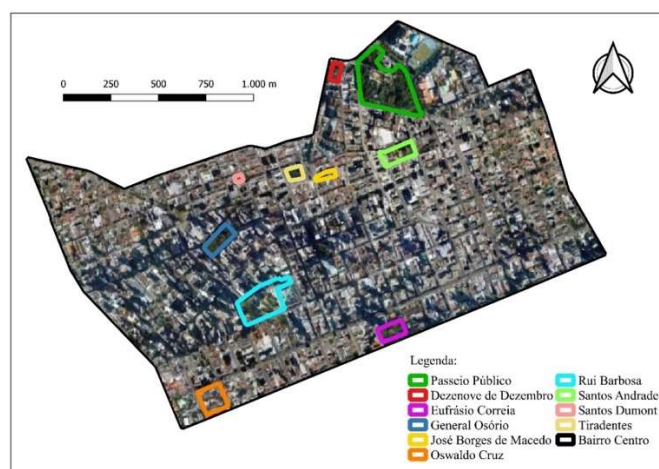


Figura 2: Localização das áreas verdes amostradas no bairro Centro, Curitiba, Paraná. Localização do parque e das praças no bairro Centro de Curitiba, Paraná.

Os indivíduos amostrados foram: 53 árvores de *T. tipu*, 32 de *J. mimosifolia*, 25 de *E. falcata*, 6 de *M. azedarach*, e 6 de *L. lucidum*. No total, foram analisadas 122 árvores (Tabela 1).

Tabela 1: Área total e número de árvores analisadas por espécie em cada um dos locais de estudo

Nº	Área Verde	Área Total (m ²)	T.t.	J.m.	E.f.	M.a.	L.l.	Total
1	Passeio Público	69.285	-	30	3	1	1	35
2	Eufrásio Correia	11.500	27	2	6	-	-	35
3	Rui Barbosa	22.905	12	-	8	4	-	24
4	Oswaldo Cruz	15.850	3	-	-	-	5	8
5	José Borges de Macedo	2.440	6	-	-	-	-	6
6	Dezenove de Dezembro	18.605	-	-	4	1	-	5
7	Santos Andrade	12.700	-	-	3	-	-	3
8	General Osório	12.700	3	-	-	-	-	3
9	Santos Dumont	1.700	2	-	-	-	-	2
10	Tiradentes	7.200	-	-	1	-	-	1
	Total	174.885	53	32	25	6	6	122

T.t. – *Tipuana tipu*, J.m. – *Jacaranda mimosifolia*, E.f. – *Erythrina falcata*, M.a. – *Melia azedarach*, L.l. – *Ligustrum lucidum*.

Com base em parâmetros dendrométricos coletados *in loco* dos indivíduos arbóreos, realizou-se uma análise morfométrica de suas dimensões a partir das variáveis: altura total (AT) e comprimento da copa (CC), obtida com o auxílio de hipsômetro; raios de projeção da copa (norte, sul, leste e oeste), que serviram como base para a determinação do Diâmetro da Copa (DC), compreendido pela média dos diâmetros correspondentes aos eixos norte-sul e leste-oeste da projeção da copa; e circunferência à altura do peito (CAP), posteriormente convertido para diâmetro à altura do peito (DAP), obtidas com o auxílio de trena métrica. As coletas foram realizadas entre os meses de maio e setembro de 2021.

A partir dos dados coletados, realizou-se o cálculo de cinco índices morfométricos: Proporção da Copa (PC), Grau de Esbeltez (GE), Índice de Saliência (IS), Índice de Abrangência (IA) e Formal de Copa (FC). Esses índices demonstram as relações interdimensionais das árvores (DURLO et al., 1998). As equações de

cálculo dos índices são apresentadas na figura 3.

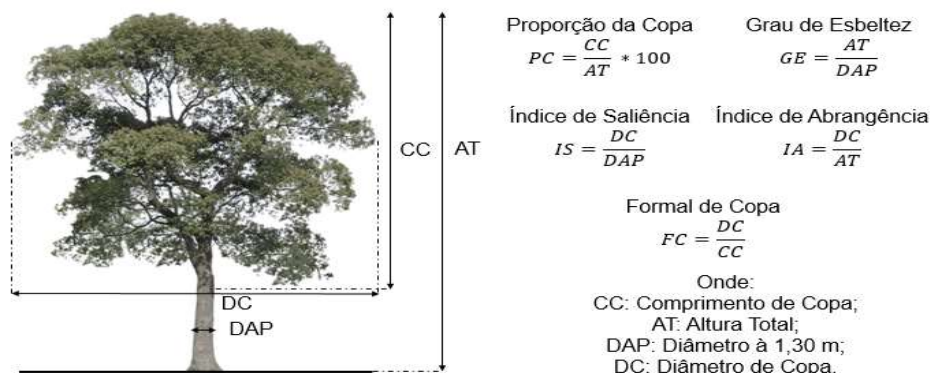


Figura 3: Índices morfométricos utilizados para análise das árvores nas praças da região central de Curitiba, Paraná

A proporção de copa (PC) indica a qualidade da oferta de benefícios ambientais, em função da proporção entre a quantidade de fitomassa foliar e a altura total da árvore; o grau de esbeltez (GE) expressa o nível de suscetibilidade das árvores à queda; o índice de saliência (IS) pode facilitar o planejamento do espaçamento entre as árvores, buscando o máximo crescimento e fornecimento de benefícios; o índice de abrangência pode auxiliar no planejamento da substituição gradativa das árvores; e o formal de copa mostra o grau de achatamento da copa, podendo indicar a ocorrência de práticas inadequadas de manejo, como por exemplo podas drásticas (BOBROWSKI, 2015; HELLMANN et al., 2020)

O formal de copa (FC) foi classificado em cinco categorias, de acordo com Bobrowski et al. (2017): colunar vertical (FC < 0,25), elíptica vertical (FC de 0,25 a 0,9), arredondada (FC de 0,9 a 1,1), elíptica horizontal (FC de 1,1 a 4,0) e colunar horizontal (FC > 4,0), conforme apresentado na figura 2.

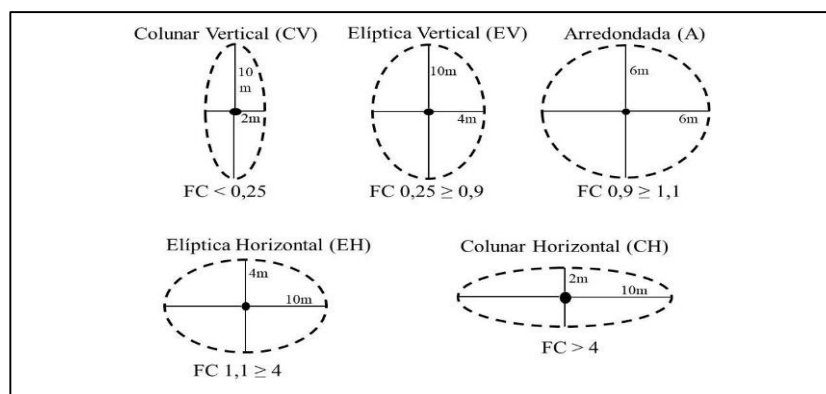


Figura 2: Classes de formal de copa das árvores

De acordo com Maria et al. (2020), não há valores mínimo e máximo predefinidos para esses índices, pois variam em função das características dimensionais de cada espécie, e das condições do ambiente onde a árvore está inserida.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e teste de correlação de Pearson ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), com o objetivo de verificar associações entre as variáveis morfométricas para cada espécie. Todos os valores dos índices calculados apresentaram distribuição normal. As análises foram realizadas no software estatístico *IBM SPSS® Statistics*, versão 20.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As árvores com maiores dimensões foram das espécies *T. tipu* e *J. mimosifolia*, respectivamente, o que é condizente com o seu porte elevado (Tabela 2). Pode-se verificar que as árvores de *T. tipu* apresentaram os maiores valores para as quatro variáveis dendrométricas. Por ser a espécie de maior porte, esta pode proporcionar mais benefícios ambientais em relação às demais (OLIVEIRA et al., 2013).

Por outro lado, *L. lucidum* apresentou os menores valores de altura e diâmetro de copa, DAP e altura total, demonstrando menor capacidade de prover benefícios ambientais dentre as cinco espécies estudadas. Isto pode ser justificado pelas podas drásticas e de topiaria com formas geométricas realizadas nesta espécie. Além desse aspecto, o fato de a espécie ser exótica invasora explica porque o seu plantio foi interrompido em muitas cidades brasileiras (BILMAYER et al., 2017).

Ainda de acordo com a tabela 2, os valores obtidos em campo para as variáveis de *T. tipu* apresentaram os menores coeficientes de variação (CV%), indicando um certo padrão de desenvolvimento da espécie em comparação com as demais. Para as árvores de *L. lucidum*, foram verificadas as menores dimensões e maiores coeficientes de variação, confirmando que os indivíduos da espécie se encontram morfologicamente diferentes, com árvores pequenas e outras mais desenvolvidas.

Tabela 2: Variabilidade das variáveis dendrométricas para a estimativa dos índices morfométricos por espécie

Espécies	N	Variáveis (m)							
		DAP				Altura Total (AT)			
		Mín	Méd	Máx	CV (%)	Mín	Méd	Máx	CV (%)
<i>T. tipu</i>	53	0,43	0,71	1,24	24,12	14,61	26,88	46,05	24,65
<i>J. mimosifolia</i>	32	0,15	0,51	0,95	37,00	9,52	18,54	32,45	26,44
<i>E. falcata</i>	25	0,29	0,63	1,05	36,84	12,05	20,6	45,35	33,71
<i>M. azedarach</i>	6	0,27	0,44	0,59	25,80	9,20	13,33	20,85	34,58
<i>L. lucidum</i>	6	0,11	0,3	0,57	58,11	5,16	9,67	17,39	43,63
		Comprimento de Copa (CC)				Diâmetro de Copa (DC)			
		Mín	Méd	Máx	CV (%)	Mín	Méd	Máx	CV (%)
		<i>T. tipu</i>	53	8,06	19,02	33,73	29,65	6,95	16,92
<i>J. mimosifolia</i>	32	6,44	11,60	22,59	34,07	5,25	11,28	25,20	42,35
<i>E. falcata</i>	25	4,76	12,33	22,55	38,92	6,90	12,71	22,75	35,43
<i>M. azedarach</i>	6	3,88	7,37	13,09	44,09	6,60	11,20	19,45	40,76
<i>L. lucidum</i>	6	1,50	5,96	8,25	38,78	1,95	7,55	10,70	42,46

N – números de árvores, Mín – valor mínimo, Méd – valor médio, Máx – valor máximo, CV (%) – coeficiente de variação em porcentagem.

De maneira geral, os coeficientes de variação foram superiores a 10%, o que segundo Bobrowski et al. (2017), seria esperado em condições experimentais ideais. Os autores explicam que essa variabilidade pode ocorrer em virtude da morfologia das espécies, das condições ambientais de crescimento, como compactação e nutrição do solo da variação das dimensões morfológicas das árvores, devido ao manejo adotado e por atos de vandalismo. Os resultados dos índices morfométricos calculados estão apresentados na tabela 3.

De acordo com a tabela 3, todas as espécies apresentaram proporção de copa (PC) acima de 50%, com destaque para *T. tipu*, com valor médio de 70,39. Esse resultado indica que, de maneira geral, as árvores avaliadas apresentaram a maior parte de sua altura composta pela fitomassa de galhos e folhas, e não pelo tronco, sendo este um bom indicador de vitalidade da árvore (TORRES et al., 2019). Para Bobrowski et al.

(2017), essa é uma característica desejável no ambiente urbano, devido aos serviços ecossistêmicos promovidos pelas copas.

O grau de esbeltez (GE) também foi maior em indivíduos de *J. mimosifolia* e *T. tipu*, com média de 39,72 e 39,53, respectivamente (Tabela 3). Isso indica maior instabilidade dessas árvores em relação às demais espécies analisadas. Para Condé et al. (2013), indivíduos arbóreos com maior GE estão mais suscetíveis à ruptura do tronco e copa em condições de ventos intensos. Enquanto isso, *M. azedarach* apresentou valor médio de 30,33, indicando maior estabilidade biomecânica. Contudo, Hellmann et al. (2020) encontraram o valor de 45 para o GE de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia) e, segundo os autores, este seria um valor relativamente baixo, de modo que a espécie pode ser considerada estável. Por isso, os valores médios de GE para as espécies desta pesquisa indicam que elas também se encontram estáveis biomecanicamente.

Tabela 3: Variabilidade dos índices morfométricos calculados para cada espécie estudada

Espécies	N	Índices Morfométricos							
		Proporção de Copa (PC)				Grau de Esbeltez (GE)			
		Mín	Méd	Máx	CV (%)	Mín	Méd	Máx	CV (%)
<i>T. tipu</i>	53	36,50	70,39	84,61	13,69	19,75	39,53	69,37	29,07
<i>J. mimosifolia</i>	32	42,17	62,24	82,51	16,38	23,26	39,72	82,50	33,87
<i>E. falcata</i>	25	38,51	59,35	76,32	20,89	17,14	35,78	61,30	34,93
<i>M. azedarach</i>	6	42,17	54,52	62,87	17,62	23,25	30,33	41,37	25,25
<i>L. lucidum</i>	6	29,07	62,45	85,22	34,12	22,88	37,95	71,89	47,42
	N	Índice de Saliência (IS)				Índice de Abrangência (IA)			
		Mín	Méd	Máx	CV (%)	Mín	Méd	Máx	CV (%)
		<i>T. tipu</i>	53	12,69	24,35	35,82	19,50	0,32	0,65
<i>J. mimosifolia</i>	32	9,67	23,23	37,24	32,38	0,30	0,62	1,01	32,87
<i>E. falcata</i>	25	14,14	21,10	26,82	20,57	0,39	0,63	0,95	25,36
<i>M. azedarach</i>	6	18,67	24,82	33,03	19,27	0,64	0,84	0,97	16,64
<i>L. lucidum</i>	6	15,80	29,89	69,76	67,56	0,38	0,79	1,22	38,92
	N	Formal de Copa (FC)							
		Mín	Méd	Máx	CV (%)				
		<i>T. tipu</i>	53	0,46	0,94	1,91	30,29		
<i>J. mimosifolia</i>	32	0,45	0,99	1,63	29,50				
<i>E. falcata</i>	25	0,58	1,10	1,58	30,14				
<i>M. azedarach</i>	6	1,17	1,57	2,22	23,30				
<i>L. lucidum</i>	6	1,02	1,27	1,57	17,89				

PC – Proporção de Copa; GE – Grau de Esbeltez; IS – Índice de Saliência; IA – Índice de Abrangência e FC – Formal de Copa. N – Número de árvores, Mín – Valor mínimo, Méd – Valor médio, Máx – Valor máximo, CV (%) – Coeficiente de variação em porcentagem.

O índice de saliência (IS) variou de 21,1 para *E. falcata*, a 29,89 para *L. lucidum* (Tabela 3). Esse resultado mostra que o diâmetro da copa de *E. falcata* é 20 vezes maior que o seu DAP médio, e que para *L. lucidum*, esta relação é de 25 vezes. Conforme sugerido por Oliveira et al. (2018), os valores de IS podem ser relacionados à estrutura de copa das espécies, indicando que as árvores das espécies amostradas projetam suas copas várias vezes mais em relação ao seu DAP.

Para o índice de abrangência (IA), os valores variaram entre 0,62 para *J. mimosifolia*, e 0,84 para *M. azedarach* (Tabela 3). De acordo com Bobrowski et al. (2017), árvores com IA maior a 1,5 têm projeção da copa bem maior que a altura total, gerando um desequilíbrio na copa e comprometendo a estabilidade e distribuição e carga do indivíduo. Sendo assim, os dados obtidos nesta pesquisa indicam que, em geral, as árvores se encontram com a copa equilibrada.

Com relação ao formal de copa (FC), os indivíduos das espécies *T. tipu* e *J. mimosifolia* apresentaram copa arredondada, com valores médios de 0,94 e 0,99, respectivamente; a conformação de *E. falcata* ficou entre arredondada e elíptica horizontal, com média de 1,1; e para *M. azedarach* (1,57) e *L. lucidum* (1,27), a conformação de copa foi elíptica horizontal (Tabela 3).

Para *E. falcata* e *M. azedarach*, a forma da copa está condizente com a literatura, entre elíptica e arredondada, conforme Roderjan et al. (1998). Porém, Bobrowski et al. (2017) encontraram valores de FC superiores para *T. tipu* nas ruas de Curitiba, Paraná, tanto para árvores sob fiação elétrica quanto sem fiação, com 2,39 e 2,69, respectivamente, indicando a presença de copas elípticas horizontais.

O resultado de FC encontrado para *J. mimosifolia* também foi diferente do que normalmente a espécie apresenta. Segundo Aucacama (2013), a copa da espécie não tem forma uniforme, podendo ser elíptica horizontal ou elíptica vertical. Portanto, o valor encontrado para as árvores de *J. mimosifolia* avaliadas foi mediano em relação à morfologia da espécie.

Já a copa de *L. lucidum* é considerada globosa, ou arredondada (RODERJAN et al., 1998). A variabilidade nos resultados se deve às características intrínsecas de cada espécie e às práticas de manejo adotadas, que promovem alterações na sua arquitetura típica (BOBROWSKI et al., 2017).

O coeficiente de correlação de Pearson demonstrou correlações significativas negativas entre PC e GE para *T. tipu*, e entre PC e FC para *T. Tipu* e *E. falcata* (Tabela 4). A relação inversa entre PC e GE pode ser explicada pelo comportamento da variável altura total, visto que quanto mais altas são as árvores, maior será o grau de esbeltez, ao passo que a proporção de copa tende a ser menor. De acordo com Silva et al. (2017), a relação inversamente proporcional entre a proporção e o formal de copa é esperada, pois enquanto a proporção é associada à porcentagem de copa em relação à altura total, o formal indica o grau de achatamento da copa. Em outras palavras, quanto maior a proporção de copa, menor o seu achatamento.

Por outro lado, a correlação foi positiva entre PC e IS para *J. mimosifolia* e entre PC e IA para *J. mimosifolia* e *L. lucidum*. Isso ocorreu porque o valor desses três índices morfométricos aumentam quanto maior for a altura e o diâmetro de copa das árvores

Além disso, a correlação foi significativa e positiva entre GE e IS para *T. tipu*, *J. mimosifolia*, *E. falcata* e *L. lucidum*; e negativa entre GE e IA, e GE e FC para *T. tipu*, *J. mimosifolia* e *E. falcata*. A correlação positiva entre GE e IS mostra que quanto maiores os valores dos índices, maior será a esbeltez e a área de superfície de copa das árvores, favorecendo o fornecimento de benefícios ambientais (BOBROWSKI et al., 2012).

Assim como essa relação entre GE e IS, a correlação diretamente proporcional entre IA e FC também evidencia a presença de árvores com elevada área de copa, como ocorreu com as espécies *T. tipu* e *J. mimosifolia*.

A presença de árvores com maior área de copa é desejável em áreas urbanas, principalmente em ambientes como parques e praças, por proporcionar maior conforto e bem-estar à população urbana. Nesse sentido, Falcão et al. (2020) afirmam que conhecer a vegetação existente nesses locais pode auxiliar na gestão mais eficiente, aumentando a compatibilidade dos elementos vegetais com a infraestrutura urbana e seus usos.

Tabela 4: Correlação de Pearson entre os índices morfométricos para as espécies estudadas

Índices	<i>Tipuana tipu</i>					<i>Jacaranda mimosifolia</i>				
	PC	GE	IS	IA	F	PC	GE	IS	IA	F
PC	1					1				
GE	-0,305*	1				-0,229	1			
IS	-0,255 ^{ns}	0,497**	1			0,367*	0,487**	1		
IA	0,102 ^{ns}	-0,681**	0,220 ^{ns}	1		0,481**	-0,463**	0,5**	1	
FC	-0,439**	-0,440**	0,352**	0,840*	1	0,031	-0,418*	0,381*	0,883*	1
<i>Erythrina falcata</i>						<i>Melia azedarach</i>				
Índice	PC	GE	IS	IA	F	PC	GE	IS	IA	F
PC	1					1				
GE	0,067	1				-0,12	1			
IS	0,245	0,564**	1			0,116	0,678	1		
IA	0,126	-0,743**	0,081	1		0,251	-0,665	0,082	1	
FC	-0,609**	-0,662**	-0,138	0,694*	1	-0,654	-0,433	-0,058	0,565	1
<i>Ligustrum lucidum</i>										
Índice	PC	GE	IS	IA	F					
PC	1									
GE	0,188	1								
IS	0,671	0,828*	1							
IA	0,855*	-0,054	0,498	1						
FC	-0,021	-0,348	-0,107	0,495	1					

PC – Proporção de Copa; GE – Grau de Esbeltez; IS – Índice de Saliência; IA – Índice de Abrangência FC – Formal de Copa. * – Significativo a 5% (p<0,05) ^{ns} – Não significativo (p>0,05) ** – Significativo a 1% (p<0,01).

Houve correlação positiva entre IS e FC para *T. tipu* e *J. mimosifolia* devido aos valores de diâmetro de copa das árvores dessas espécies têm uma relação diretamente proporcional ao comportamento dos dois índices morfométricos. Desse modo, o índice de saliência aumenta com o diâmetro da copa em relação ao DAP e o formal de copa aumenta com o diâmetro de copa em relação ao seu comprimento. Por outro lado, nenhum índice morfométrico apresentou correlações significativas para a espécie *M. azedarach*, demonstrando que não houve uma dependência ou associação entre os índices avaliados.

Embora esses resultados evidenciem a importância da presença das árvores nas áreas verdes, principalmente em relação à melhoria dos benefícios ambientais, recomenda-se a substituição gradativa por espécies nativas regionais. Um dos motivos é que o uso de espécies exóticas nesses ambientes pode prejudicar o desenvolvimento de espécies nativas, devido ao risco de invasão biológica sobre os ambientes naturais próximos (SILVA et al., 2020b), além da toxidez. Neste trabalho um exemplo disso são as árvores de *M. azedarach* e *L. lucidum*.

CONCLUSÕES

T. tipu foi a espécie que apresentou a maior proporção de copa (PC) e o segundo maior grau de esbeltez (GE), depois de *J. mimosifolia*. Enquanto isso, *L. lucidum* se destacou por apresentar o maior índice de saliência (IS) e o índice de abrangência (IA) foi maior em *M. azedarach*.

Houve uma correlação negativa entre os índices morfométricos PC e GE para *T. tipu*, e entre PC e FC para *T. tipu* e *E. falcata*. A correlação também foi inversamente proporcional entre GE e IA e entre GE e FC para *T. tipu*, *J. mimosifolia* e *E. falcata*.

A correlação foi positiva entre PC e IS para *J. mimosifolia* e entre PC e IA para *J. mimosifolia* e *L.*

lucidum. Além disso, GE e IS correlacionaram-se positivamente para *T. tipu*, *J. mimosifolia*, *E. falcata* e *L. lucidum*, enquanto IS e FC também apresentaram correlação positiva para *T. tipu* e *J. mimosifolia*. Os resultados indicam que a análise morfométrica pode auxiliar no manejo dessas espécies, fornecendo indícios sobre o comportamento das árvores em áreas verdes urbanas. Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- AUCACAMA, A. P. L.. **Separación y posible identificación de metabolitos secundarios de la jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) con fines de aporte a una técnica de análisis químico**. Tese (Doutorado em Bioquímica e Farmacia) – Escola Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2013.
- BILMAYER, A. F.; ALVES, G. C. C.; REDONDO, G.; FERREIRA, I. M.; CAXAMBU, M. G.. Análise quali-quantitativa da espécie *Ligustrum Lucidum* W.T. Aiton nas avenidas de Campo Mourão, PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.12, n.3, p.107-119, 2017.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D.. Distribuição e dinâmica da área de copa na arborização de ruas de Curitiba, Paraná, Brasil, no período de 1984-2010. **Árvore**, Viçosa, v.36, n.4, p.625-635, 2012.
- BOBROWSKI, R.. A floresta urbana e a arborização de ruas. In: BIONDI, D. **Floresta urbana**. Curitiba: 2015. p.81-107.
- BOBROWSKI, R.; LIMA, E. M.; BIONDI, D.. Alterações na arquitetura típica de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, p.281-289, 2013.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D.. Morfometria de espécies florestais plantadas nas calçadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v.12, n.1, p.01-16, 2017.
- CONDÉ, T. M.; LIMA, M. L. M.; LIMA, E. M.; TONINI, H.. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.7, n.1, p.18-27, 2013.
- DURLO, M. A.; DENARDI, L.. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.8, p.55-66, 1998.
- FALCÃO, R. S.; GOMES, R.; PÉRES, M. Z.; OLIVEIRA, J. T.; CALLEGARO, R. M.. Análise quali-quantitativa da arborização de cinco praças em Jerônimo Monteiro, Espírito Santo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v.15, n.2, p.90-103, 2020.
- HELLMANN, S.; WATZLAWICK, L. F.; LIMA, P. C. G.; LIMA, V.. A. Morfometria e relações dendrométricas de *Eugenia pyriformis* Cambess. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v.7, n.3, p.37-45, 2020.
- IAPAR.. Instituto Agrônomo do Paraná. **Atlas Climático do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2019.
- IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Dados geográficos**. Curitiba: IPPUC, 2021a.
- IPPUC. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba. **Marcos Geodésicos**. Curitiba: IPPUC, 2021b.
- KLECHOWICZ, N. A.. **Diagnóstico dos acidentes com árvores na cidade de Curitiba (PR)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- KONTOGIANNI, A.; TSITSONI, T.; GOUDELIS, G.. An index based on silvicultural knowledge for tree stability assessment and improved ecological function in urban ecosystems. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v.37, n.6, p.914-919, 2011.
- MARIA, T. R. B. C.; BOMM, B. F. H.; NESI, J.; HO, T. L.; BOBROWSKI, R.. Canopy architecture and morphometry of tree species used in the urban forest. **Floresta**, Curitiba, v.50, n.4, p.1892-1901, 2020.
- OLIVEIRA, A. S.; SANCHES, L.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A.. Benefícios da arborização em praças urbanas – o caso de Cuiabá/MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v.9, n.9, p.1900-1915, 2013.
- OLIVEIRA, J. D.; SCIPIONI, M. C.; REIS, A. R. N.; XIMENES, E.. Diagnóstico da arborização da Praça Centenário, Curitibaanos, Santa Catarina, Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, Joinville, v.6, n.3, p.23-36, 2019.
- OLIVEIRA, V. P.; LIMA, M. D. R.; MARTINS, W. B. R.. Use of morphometry in the arborization of Paragominas city, Pará, Brazil, with *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.12, n.3, p.213-223, 2018.
- RODERJAN, C. V.; BARDDAL, M. L.. **Arborização das ruas de Curitiba (PR): guia prático para identificação das espécies**. Curitiba: FUPEF, 1998.
- SILVA, D. A.. **Risco de queda de árvores nas ruas de Curitiba (PR)**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.
- SILVA, D. A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; BEHLING, A.; RIOS, J. F.; REIS, A. R. N.; HO, T.. Motivos de corte de árvores urbanas de Curitiba no período de 2013-2016. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v.15, n.2, p.01-12, 2020a.

SILVA, F. A.; FORTES, F. O.; RIVA, D.; SCHORR, L. P. B.. Caracterização de índices morfométricos para *Araucaria angustifolia* plantada na região norte do Rio Grande do Sul. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.3, p.143-146, 2017.

SILVA, J. L. S.; OLIVEIRA, M. T. P.; OLIVEIRA, W.; BORGES, L. A.; CRUZ, O.; LOPES, A. V.. High richness of exotic trees in tropical urban green spaces: reproductive systems, fruiting and associated risks to native species. **Urban Forestry &**

Urban Greening, Amsterdam, v.50, p.1-10, 2020b.

TORRES, V. S.; TODESCHINI, F. FARIAS, M. F.. Morfometria de *Tipuana tipu* (Benth.) Kuntze, em floresta urbana de Porto Alegre. **Biociências**, Taubaté, v.25, n.1, p.20-30, 2019.

WREGG, M. S.; FRITZSONS, E.. **Dados climáticos dos municípios da região Sul do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.