

CORRELAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DE *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose EM AMBIENTE URBANO

CORRELATION OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose IN URBAN ENVIRONMENT

Rubens Marques Rondon Neto¹, Leonardo da Silva Aguiar², Adriana Matheus da Costa Figueiredo³,
Julio Cesar Wojciechowski⁴, Ronaldo Drescher⁵

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento morfométrico por meio da correlação de variáveis mensuráveis das árvores de *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose encontradas na arborização urbana da cidade de Alta Floresta/MT. Foram inventariadas aleatoriamente 150 árvores da referida espécie, sendo 50 árvores de cada classe de altura: classe I (<2 m); classe II (2–4 m); e classe III (>4 m), as quais constituíram-se os tratamentos implementados. A partir das variáveis dendrométricas medidas (altura total, altura de bifurcação do tronco, diâmetro do tronco, diâmetro e comprimento da copa), foram estimados os índices morfométricos: proporção de copa (PC), formal de copa (FC) e índice de abrangência (IA). Os dados foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, sendo as médias comparadas pelo teste de Nemenyi ($\alpha = 5\%$). Foram estimados os coeficientes de correlações de Pearson entre as variáveis dendrométricas e morfométricas. O diâmetro do tronco teve correlação positiva com as variáveis da copa. O FC teve correlação forte com o IA, devido ao intenso crescimento lateral das copas. Houveram correlações entre as variáveis dendrométricas e morfométricas ao longo do crescimento em altura das árvores.

Palavras-chave: Forma da copa; Índices morfométricos; Brinco-de-índio.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the morphometric behavior by correlating measurable variables of *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose trees found in the urban forest of the city of Alta Floresta, Mato Grosso state - Brazil. A total of 150 trees of this species were randomly inventoried, 50 trees of each height class: class I (< 2 m); class II (2–4 m); and class III (> 4 m), which constituted the implemented treatments. From the measured dendrometric variables (total height, trunk bifurcation height, trunk diameter, crown diameter and length), the morphometric indices were estimated: crown proportion (CP), crown formal (CF) and range index (RI). The data were submitted to the Kruskal-Wallis test, and the means were compared by the Nemenyi test ($\alpha = 5\%$). Pearson correlation coefficients were estimated between dendrometric and morphometric variables. Trunk diameter had a positive correlation with crown variables. The CF had a strong correlation with RI, due to the intense lateral growth of the crowns. There were correlations between dendrometric and morphometric variables throughout the height growth of the trees.

Keywords: Crown shape; Morphometric indexes; Indian earring.

Recebido em 18.06.2024 e aceito em 30.08.2024

1 Engenheiro Florestal. Prof. Dr. da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Alta Floresta/MT. Email: rubens.marques@unemat.br

2 Graduando em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Alta Floresta/MT. Email: leonardo.aguiar@unemat.br

3 Matemática. Profª. Drª. da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Alta Floresta/MT. Email: adrianasorato@unemat.br

4 Engenheiro Florestal. Prof. Dr. da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Alta Floresta/MT. Email: juliocw@unemat.br

5 Engenheiro Florestal. Prof. Dr. da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá/MT. Email: ronaldo.drescher@ufmt.br

INTRODUÇÃO

A introdução de espécies florestais nativas ou exóticas na arborização urbana demanda monitoramento técnico-científico dos indivíduos arbóreos que se encontram em diferentes estágios de crescimento ou a avaliação de sua sobrevivência no ambiente a longo prazo (BIONDI, 2011). Outros aspectos são frequentemente observados na escolha de espécies arbóreas para a arborização urbana, tais como: a existência de conhecimento sobre o comportamento silvicultural da espécie em ambientes urbanos, características paisagísticas e ecológicas, problemas fitossanitários e adaptações edafoclimáticas. Ainda, são consideradas como relevantes na seleção de espécies arbóreas para arborização urbana as informações sobre o comportamento das relações dendrométrica e morfométrica da árvore no decorrer do seu desenvolvimento em ambientes urbanos (RONDON NETO et al., 2023).

As pesquisas sobre as correlações entre as mudanças das características dendrométricas e morfométricas das árvores que compõem a arborização urbana, ao longo do seu crescimento vegetativo, ajuda a prever a evolução da forma arquitetônica da copa das árvores. Essas informações também podem ajudar na tomada de decisões sobre a permanência ou descontinuação do uso de certas espécies florestais nas iniciativas públicas e particulares de arborização urbana.

São incipientes as pesquisas que utilizam correlações entre variáveis dendrométricas e morfométricas de espécies arbóreas em diferentes estágios de crescimento nos ambientes urbanos das cidades brasileiras. Como exemplos de estudos realizados com esta abordagem, pode-se citar: Bobrowski, Lima Neto e Biondi (2013), Torres, Todeschini e Farias (2019), Lafetá et al. (2020) e Ivasko Júnior (2021). No entanto, ainda é necessário a realização de mais pesquisas neste tema, voltadas principalmente a espécies florestais comumente utilizadas na arborização urbana.

Existe uma variedade de espécies arbóreas exóticas encontradas na arborização urbana de cidades brasileiras, dentre as quais está *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose, pertencente à família Fabaceae, conhecida como brinco-de-índio ou boliviana. Esta espécie ocorre naturalmente desde o sul da América do Norte, no México, até a América do Sul, na Colômbia, Equador, Bolívia e Peru, e também no Caribe, em Cuba, Jamaica e Porto Rico. Trata-se de uma árvore perene, que pode atingir até 15 m de altura, tem copa larga, longa e esbelta, cresce rapidamente, não tolera geadas e necessita de podas de formação nos primeiros anos para formação de tronco retilíneo (LORENZO-CACERES, 2023).

As árvores de *Cojoba arborea* apresentam diferentes usos, sendo que no Brasil, é utilizada principalmente na arborização de vias públicas e áreas verdes urbanas (CARVALHO et al., 2021). A presença dessa espécie foi registrada na arborização urbana de diversas cidades brasileiras, tais como: Ampére, PR (SOARES; PELLIZZARO, 2019); Dois Córregos, SP (FREITAS et al., 2021); Itu, SP (PINHEIRO et al., 2022); Botucatu, SP (RIBAS et al., 2021); Ji-Paraná, RO (SILVA et al., 2022); e Alta Floresta, MT (RONDON NETO et al., 2023).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a correlação entre parâmetros dendrométricos e morfométricos de árvores de *Cojoba arborea* (L.) Britton & Rose, (brinco-de-índio ou boliviana) estabelecidas em ambiente urbano da cidade de Alta Floresta/MT.

MATERIAL E MÉTODOS

As árvores de *Cojoba arborea* foram inventariadas em 68 vias públicas escolhidas de forma aleatória na cidade de Alta Floresta, localizada na região norte do Estado de Mato Grosso. O município de Alta Floresta foi fundado em 19 de maio de 1976. Conforme a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Am, definido como tropical de monções, tendo média anual de temperatura e precipitação de 26 °C e 3000 mm, respectivamente, com as chuvas se concentrando nos meses de verão e o inverno sendo marcado por um período seco (ALVARES et al., 2013). A classe de solo que predomina na região é o Argissolo, com o relevo suave ondulado (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007). A cidade apresenta altitude média de aproximadamente 183 m.

A própria população se encarregou de adquirir as mudas e praticar as atividades de plantio e manejo de *Cojoba arborea* na arborização urbana da cidade. Foram inventariadas um total de 150 árvores de *Cojoba arborea* de forma aleatória existentes nas ruas, com a distribuição de 50 árvores por classe de altura total: classe I (≤ 2 m); classe II (2 – 4 m); e classe III (> 4 m). Essas classes constituíram os três tratamentos implementados, com o objetivo de analisar os efeitos das dimensões das árvores em suas características morfométricas. Os dados foram coletados em outubro de 2022 e anotados em uma ficha de campo previamente preparada (Figura 1).

LEVANTAMENTO DE *Cojoba arborea* NA ARBORIZAÇÃO URBANA

Município: Alta Floresta/MT	Responsáveis:	Data: ____/____/_____	Ficha nº.: _____										
Lado da Rua: () Com fiação elétrica () Sem fiação elétrica		Classe de altura: () < 2 m () 2 a 4 m () > 4 m											
Nº.	H total (m)	HBT(m)	CAS - 1 (cm)	CAS - 2 (cm)	CAS - 3 (cm)	CAS - 4 (cm)	AIT (°)	Sentido de inclinação do tronco	Ø da copa N/S (m)	Ø da copa E/W (m)	Comp. de copa na rua (m)	Coordenadas	Obs.
01													
02													
03													
04													
05													

Onde: HT = Altura total, HBT. = Altura de bifurcação do tronco, CAS = Circunferência a 30 cm de altura do solo, AIT = Ângulo de inclinação do tronco.

Fonte: O autor (2024).

Figura 1. Ficha elaborada para coleta de dados das árvores de *Cojoba arborea* na arborização urbana de Alta Floresta/MT.

Figure 1. Form created to collect data on *Cojoba arborea* trees in the urban afforestation of Alta Floresta/MT.

Foram medidas as seguintes variáveis dendrométricas: altura total (HT), altura de bifurcação do tronco (HBT) e o comprimento de copa (CC), medidos com uma vara graduada. Além da medição da circunferência do tronco a 30 cm de altura do solo (CAS), que foi

mensurada com fita métrica, devido a baixa altura de bifurcação do tronco em decorrência do uso de mudas de pequeno porte para o plantio (< 1 m de altura). Essa altura de medição da circunferência do tronco se deve a característica da espécie de apresentar bifurcação do tronco nos estágios iniciais de crescimento, pois as mudas de 0,4 a 1,2 m de altura, por serem plantadas pelos próprios municípios, não atendem ao padrão recomendado para mudas da arborização viária. Ainda foram mensurados os diâmetros da copa (DC), com o uso de trena métrica, nos sentidos norte-sul e leste-oeste.

Também foi mensurado o ângulo de inclinação do tronco (AIT) de cada árvore, o qual corresponde à porção da base até o ponto de bifurcação do tronco, com auxílio de um transferidor adaptado, feito de chapa de fibra dura e um pedaço de barbante (Figura 2). Na sequência, são descritas as fórmulas utilizadas nos cálculos das variáveis dendrométricas e morfológicas:

- a) Diâmetro do tronco a 30 cm de altura do solo (DAS) = $\frac{C_{AS}}{\pi}$;
- b) Diâmetro médio da copa (DC) = $\frac{(N+S)+(L+O)}{2}$;
- c) Área de copa (AC) = $\frac{\pi^*DC^2}{4}$;
- d) Proporção de copa (PC) = $\left(\frac{CC}{HT}\right) * 100$;
- e) Formal de copa (FC) = $\frac{DC}{CC}$;
- f) Índice de abrangência (IA) = $\frac{DC}{HT}$.



Figura 2. Detalhes da medição do grau de inclinação dos troncos das árvores de *Cojoba arborea* com transferidor adaptado.

Figure 2. Details of measuring the degree of inclination of the trunks of *Cojoba arborea* trees with an adapted protractor.

Para a análise estatística dos dados dendrométricos coletados e os índices morfométricos estimados, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, sendo as médias comparadas pelo teste de Nemenyi a nível de significância de 0,05 ($\alpha = 5\%$). Além disso, foi calculada a matriz de correlações de Pearson entre todas as variáveis dendrométricas e morfométricas, cujos coeficientes de correlação de cada uma delas foi submetido ao teste t

para avaliar a significância do coeficiente de correlação, avaliadas ao nível de 5% e 1% de probabilidade, com auxílio do software R (R CORE TEAM, 2018). Os valores de "r" foram interpretados seguindo a classificação de Hinkle, Wiersma e Jurs (2003), considerando: muito forte ($0,90 > r > 1,00$), forte ($0,70 > r > 0,89$), moderada ($0,50 > r > 0,69$), fraca ($0,30 > r > 0,49$) e muito fraca ou ausente ($0,00 > r > 0,29$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a maioria das variáveis dendrométricas analisadas houve igualdade estatística nas três classes de altura de *Cojoba arborea* (Tabela 1). Com exceção apenas para o ângulo de inclinação do tronco (AIT), em que apresentaram resultados semelhantes nas duas classes de maiores alturas (2 - 4 m e > 4 m), as quais diferiram estatisticamente da classe de altura ≤ 2 m. Para as variáveis morfométricas analisadas, os dados da PC e IA tiveram valores médios semelhantes nas duas últimas classes de alturas, enquanto os valores do FC não tiveram diferenças estatísticas nas três classes de tamanhos.

Tabela 1. Valores da média e desvio padrão das varáveis dendrométricas e morfométricos de *Cojoba arborea*.

Table 1. Mean values and standard deviation of dendrometric and morphometric variables of *Cojoba arborea*.

Variável	Classe de altura			KW	P valor		
	Dendrométrica						
	≤ 2 m	2 - 4 m	> 4 m				
HT (m)	$1,68 \pm 0,23$ c	$3,19 \pm 0,46$ b	$5,14 \pm 0,80$ a	132,65**	$< 2,2 \times 10^{-16}$		
HBT (m)	$0,59 \pm 0,26$ c	$0,73 \pm 0,30$ b	$0,97 \pm 0,46$ a	25,75**	$2,56 \times 10^{-6}$		
DAS (cm)	$5,01 \pm 1,21$ c	$14,27 \pm 3,36$ b	$21,85 \pm 5,04$ a	119,29**	$< 2,2 \times 10^{-16}$		
DC (m)	$1,74 \pm 0,53$ c	$3,83 \pm 0,97$ b	$5,92 \pm 0,98$ a	120,43**	$< 2,2 \times 10^{-16}$		
CC (m)	$1,09 \pm 0,49$ c	$2,46 \pm 0,49$ b	$4,17 \pm 0,84$ a	128,75**	$< 2,2 \times 10^{-16}$		
AC (m ²)	$5,46 \pm 1,66$ c	$12,04 \pm 3,04$ b	$18,61 \pm 3,08$ a	120,79**	$< 2,2 \times 10^{-16}$		
AIT (°)	$9,10 \pm 4,81$ b	$15,60 \pm 6,90$ a	$17,50 \pm 8,28$ a	36,53**	$1,17 \times 10^{-8}$		
Morfométrica							
PC (%)	$64,92 \pm 14,32$ b	$76,86 \pm 8,78$ a	$81,06 \pm 9,04$ a	41,88**	0,000		
FC	$1,67 \pm 0,54$ a	$1,60 \pm 0,40$ a	$1,46 \pm 0,30$ a	3,87 ^{ns}	0,140		
IA	$1,05 \pm 0,34$ b	$1,20 \pm 0,28$ a	$1,17 \pm 0,21$ a	11,34*	0,003		

Nota: HT = Altura total; HBT = Altura de bifurcação do tronco; DAS = Diâmetro do tronco a 30 cm de altura do solo; DC = Diâmetro de copa, CC = Comprimento de copa, AC = Área de copa, AIT = Ângulo de inclinação do tronco, PC = Proporção de copa, FC = Formal de copa e IA = Índice de abrangência. KW = Valor da estatística do teste de Kruskal-Wallis ao nível de significância $p < 0,05$ (**). As médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Nemenyi ao nível de significância $p < 0,05$.

A altura total (HT) das árvores amostradas variou entre 1,0 e 7,0 m, sendo que 80,7% dos indivíduos inventariados apresentaram altura total abaixo de 5 m. As medidas do diâmetro do tronco (DAS) oscilaram de 3,18 a 32,79 cm, havendo 55,3% dos indivíduos amostrados com DAS ≥ 15 cm. As medidas da altura de bifurcação do tronco (HBT) variaram entre 0,14 e 2,40 m, tendo cerca de 76,0% dos indivíduos com HBT $\leq 1,0$ m. Rocha (2017) ressalta que a HBT deve ser maior que 1,80 m, com vistas a reduzir possíveis interferências do tronco das árvores sobre a passagem de pedestres nas calçadas. Dessa forma, faz-se necessária a realização

de podas de formação na fase de viveiro, objetivando aumentar a altura de bifurcação da copa das árvores. Outra alternativa é seguir a recomendação de Lima Neto e Biondi (2011), a qual consiste no plantio de mudas com bifurcação do tronco superior a 1,80 m.

Na classe de tamanho I, o AIT $\geq 5^\circ$ ocorreu em 48,0% dos indivíduos, tendo correlação entre as variáveis dendrométricas apenas com DC e AC ($r = 0,53$) (Tabela 2). Enquanto que nas classes de altura II e III o AIT foi igual a 15° em 48,0% e 32,0% das árvores, respectivamente, possivelmente devido ao aumento do peso da copa. O AIT apresentou correlação significativa com o CC ($r = 0,40$) somente na classe de tamanho II, enquanto a última classe de altura não teve correlação com nenhuma variável dendrométrica e morfométrica.

Tabela 2. Matriz de coeficiente de correlações de Pearson das varáveis dendrométricas e morfométricos de *Cojoba arborea*.

Table 2. Pearson correlation coefficient matrix of dendrometric and morphometric variables of *Cojoba arborea*.

	Variável dendrométrica						Variável morfométrica			
	HT	HBT	DAS	AIT	AC	CC	DC	PC	FC	IA
Classe de altura I (≤ 2 m)										
HT	1									
HBT	0,36**	1								
DAS	0,19 ^{NS}	-0,32*	1							
AIT	0,06 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	0,53**	1						
AC	0,12 ^{NS}	-0,32*	0,62**	0,53**	1					
CC	0,48*	-0,64**	0,46**	0,18 ^{NS}	0,40*	1				
DC	0,12 ^{NS}	-0,32*	0,62**	0,53**	1,00**	0,40**	1			
PC	-0,03 ^{NS}	-0,94**	0,38**	0,19 ^{NS}	0,38**	0,85**	0,38**	1		
FC	-0,37**	0,25 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,51**	-0,55**	0,51**	-0,43**	1	
IA	-0,37**	-0,45**	0,47**	0,48**	0,87**	0,11 ^{NS}	0,87**	0,34*	0,67**	1
Classe de altura II (2 – 4 m)										
HT	1									
HBT	0,21 ^{NS}	1								
DAS	0,57**	0,05 ^{NS}	1							
AIT	0,19 ^{NS}	-0,37**	-0,08 ^{NS}	1						
AC	0,52**	0,26 ^{NS}	0,68**	-0,11 ^{NS}	1					
CC	0,80**	-0,42**	0,50**	0,40**	0,32*	1				
DC	0,52**	0,26 ^{NS}	0,68**	-0,11 ^{NS}	1,00**	0,32*	1			
PC	0,16 ^{NS}	-0,92**	0,16 ^{NS}	0,44**	-0,09 ^{NS}	0,72**	-0,09 ^{NS}	1		
FC	-0,11 ^{NS}	0,52**	0,24 ^{NS}	-0,38**	0,70**	-0,42**	0,70**	-0,60**	1	
IA	-0,06 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,43**	-0,25 ^{NS}	0,82**	-0,15 ^{NS}	0,82**	-0,22 ^{NS}	0,91**	1
Classe de altura III (>4 m)										
HT	1									
HBT	0,20 ^{NS}	1								
DAS	0,52**	0,30*	1							
AIT	-0,03 ^{NS}	-0,10 ^{NS}	0,18 ^{NS}	1						
AC	0,41**	-0,004 ^{NS}	0,62**	0,20 ^{NS}	1					
CC	0,84**	-0,36**	0,33*	0,03 ^{NS}	0,39**	1				
DC	0,41**	-0,004 ^{NS}	0,62**	0,20 ^{NS}	1,00**	0,39**	1			
PC	0,09 ^{NS}	-0,95**	-0,15 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,61**	0,12 ^{NS}	1		
FC	-0,43**	0,39**	0,20 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,44**	-0,63**	0,44**	-0,54**	1	
IA	-0,46**	-0,19 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,21 ^{NS}	0,61**	-0,34*	0,61**	0,05 ^{NS}	0,81**	1

Nota: HT = Altura total; HBT = Altura de bifurcação do tronco; DAS = Diâmetro do tronco a 30 cm de altura do solo; DC = Diâmetro de copa, CC = Comprimento de copa, AC = Área de copa, AIT = Ângulo de inclinação do tronco, PC = Proporção de copa, FC = Formal de copa e IA = Índice de abrangência. Os valores das correlações de Pearson (r) acompanhadas (*) $p < 0,01$, (**) $p < 0,05$ são significativos pelo teste “t” e NS não é significativa.

Percebe-se que a inclinação do tronco das árvores ocorreu por conta do DC na primeira classe de altura e também pela AC, enquanto que nas duas últimas classes de tamanho CC determinou a inclinação do tronco das árvores. Tal fato indica a necessidade de reduzir a espessura da copa das árvores em processo de inclinação do tronco, através da realização de poda de elevação de copa, diminuindo a espessura da copa. Assim sendo, acredita-se que após essa

fase de crescimento, o tronco terá maior capacidade de suportar o peso da copa sem inclinar acentuadamente.

A expansão lateral das copas de *Cojoba arborea* possivelmente está intimamente ligada com o crescimento diamétrico do tronco, tendo como objetivo principal a sustentação da copa, sendo importante no ambiente urbano por melhorar a estabilidade das árvores. Tal fato está em acordo com Nuto (2001), em árvores de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-Paraná), estabelecidas em plantios e floresta nativa, pois a largura e a área da copa apresentavam alta correlação com o diâmetro do tronco, $r = 0,96$ e $0,90$, respectivamente.

A variável HT teve correlação positiva com o diâmetro do tronco nas classes de tamanho II e III, com $r = 0,57$ e $0,52$, respectivamente, enquanto que na primeira classe de altura esta correlação não teve significância. Em ambientes de vegetação natural também foram obtidas correlações positivas e significativas da HT com o diâmetro do tronco para algumas espécies florestais, tais como: *Ocotea odorifera* (canela-sassafrás) ($r = 0,66$) (ORELLANA; KOEHLER, 2008), *Prosopis alba* (algaroba-branca) ($r = 0,75$) (CISNEROS et al., 2019) e *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-Paraná) ($r = 0,34$) (ATANAZIO et al., 2022). Portanto, independente do ambiente de crescimento, é comum a HT se correlacionar positivamente com o diâmetro do tronco das árvores.

A correlação de HIC/DAS foi significativa e negativa na classe de altura I ($r = -0,32$), positiva e não significativa na classe intermediária ($r = 0,05$), passando a apresentar significância positiva na classe de tamanho III ($r = 0,30$). Esses resultados podem ser explicados pela baixa altura de bifurcação do tronco, a qual não se alterava naturalmente ao longo do crescimento das árvores, em contrapartida, o crescimento diamétrico do tronco era constante. Novamente, os motivos de tais situações se devem ao plantio de mudas com baixa altura de bifurcação, aliada à não realização de podas de formação, a fim de elevar a altura de bifurcação do tronco.

Quanto às características dendrométricas relacionadas à copa de *Cojoba arborea*, o CC foi correlacionado com o crescimento do diâmetro do tronco nas três classes de altura. Enquanto que o DC e a AC apresentaram correlação alta e positiva com HT apenas nas duas últimas classes de tamanhos. Em um reflorestamento de *Tectona grandis* (teca), Oliveira et al. (2018) verificaram que as variáveis da copa apresentavam maior correlação com o diâmetro do tronco do que com a altura das árvores, tendo valores de $r = 0,85$ (DAP/DC) e $r = 0,82$ (DAP/AC).

A variável proporção de copa (PC) indica a vitalidade dos indivíduos arbóreos, sendo que quanto mais próximo de 100% o valor da PC, mais vital e produtiva será a árvore (DURLO; DENARDI, 1998). Na classe de tamanho I o valor médio da PC foi de 64,9%, na II (76,8%) e III (81,1%). A PC teve correlação negativa e altamente significativa com HBT nas três classes de tamanho, indicando baixa alteração na HBT, enquanto que a PC aumentava continuadamente. A relação inversa entre PC e HBT, possivelmente se deve à característica marcante da espécie, à baixa altura de bifurcação do tronco para formação da copa, o que

proporciona maior formação de copa. Por outro lado, o CC teve alta correlação positiva com a PC e todas as classes de altura, portanto, a PC aumentava com os maiores valores de CC.

Ao considerar a fórmula de obtenção da PC, é evidente que nas três classes de tamanho a HT apresentou correlação positiva, baixa e não significativa com a PC, demonstrando que a HT não tem efeito sobre a PC das árvores. Segundo Bobrowski (2015), os maiores valores de PC das árvores em meio urbano proporcionam melhor oferta de benefícios ambientais, econômicos e estético, já que a copa é a principal oferta da urbanização. Essa afirmação é considerada como fator atrativo na seleção de *Cojoba arborea* para arborizar o ambiente urbano de Alta Floresta/MT.

A variável formal de copa (FC) expressa de forma numérica a característica estética da forma da copa das árvores (BOBROWSKI, 2015). O valor médio do FC na classe de altura I foi igual a 1,67, na II (1,60) e na III (1,46). Segundo Durlo e Denardi (1998) ao considerar uma mesma espécie florestal e o sítio, quanto menor o FC, melhor é a produtividade da árvore, devido ao maior manto de copa para uma mesma área de PC. Seguindo a classificação de Bobrowski e Biondi (2017), *Cojoba arborea* apresentou FC do tipo elíptica horizontal nas três classes de tamanho.

O FC teve correlação com o IA na classe de altura I ($r = 0,67$), II ($r = 0,91$) e III ($r = 0,81$), possivelmente devido ao crescimento desproporcional do CC e a HT em relação ao DC nas respectivas variáveis. Portanto, os crescimentos de CC e HT não acompanharam o ritmo intenso do crescimento horizontal da copa das árvores. Os resultados mostram que as correlações de Pearson entre FC e CC foram negativas nas três classes de tamanho avaliadas, mas com diferentes magnitudes.

Na classe I, a correlação FC/CC foi de $r = -0,55$, indicando que há uma relação moderada e inversa entre as variáveis. Isso significa que as árvores com copas mais alongadas tendem a ter copas mais baixas na primeira classe de tamanho. Na classe II, a correlação foi $-0,42$, indicando uma relação baixa e inversa entre as variáveis. Sendo que as árvores com copas mais alongadas tendem a ter copas um pouco mais baixas na classe II. Na última classe, a correlação foi $-0,63$, indicando uma relação alta e inversa entre as variáveis. Constatando que as árvores com copas mais alongadas tendem a ter copas muito mais baixas na classe III.

O índice de abrangência (IA) indica espaço de crescimento necessário em relação à altura (EVARISTO et al., 2021). Na classe de tamanho I, o valor médio de IA foi igual a 1,05, na II (1,20) e na III (1,17). Conforme Bobrowski e Biondi (2017), o valor de $IA > 1,5$ expressa que a copa projetada é maior que sua altura total, acarretando interferências indesejáveis, provocando instabilidade na copa e afetando a distribuição de carga, levando a vulnerabilização da árvore, tornando-a mais sujeita a rupturas e queda.

Outra correlação alta e positiva obtida foi do IA com o FC na classe de tamanho I ($r = 0,67$), II ($r = 0,91$) e III ($r = 0,81$), devido ao formato da copa do tipo elíptico horizontal, com valores de FC de 1,67, 1,60 e 1,46, nas respectivas classes de altura. A variável DC foi

determinante na referida relação, pois o crescimento lateral da copa era desproporcional a HT e ao CC. Estes fatos ocorreram em decorrência da baixa altura de bifurcação do tronco e realização de podas de rebaixamento de copa das árvores.

Portanto, as análises de correlações entre as variáveis dendrométricas e morfométricas de *Cojoba arborea* em ambiente urbano mostraram os reais efeitos dessas variáveis sobre a forma de crescimento dos indivíduos em diferentes estágios de crescimento em altura. Estas informações demonstraram serem úteis na definição do parâmetro ideal para as árvores, assim como a necessidade de tomada de medidas silviculturais de manejo, como a realização de podas de rebaixamento de copa e condução.

CONCLUSÕES

Houveram correlações entre as variáveis dendrométricas e morfométricas de *Cojoba arborea* ao longo do crescimento em altura.

O diâmetro do tronco teve correlação positiva com as características morfométricas relacionadas à copa (CC, DC e AC).

O formal de copa teve forte correlação com o índice de abrangência, devido ao intenso crescimento lateral das copas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2023.

ATANAZIO, K. A.; HESS, A. F.; KREFTA, S. M.; SCHORR, L. P. B.; SOUZA, I. A., DOMICIANO, C. A. R.; CUCHI, T.; MORAES, G. C. Modelagem das relações morfométricas com a produção de pinhas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1246-1267, 2022.

BIONDI, D. Introdução de espécies na arborização de ruas. In: BIONDI, D., LIMA NETO, E. M. (Editores). **Pesquisa em arborização de ruas**. Curitiba: O Autor, 2011, p. 9-28.

BOBROWSKI, R. A floresta urbana e a arborização de ruas. In: BIONDI, D. **Floresta urbana**. Curitiba: O Autor, 2015, p. 81-107.

BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Morfometria de espécies florestais plantadas nas calçadas. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 12, n. 1, p. 01-16, 2017.

BOBROWSKI, R.; LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Alterações na arquitetura típica de *Tipuana tipu* (Benth.) O. Kuntze na arborização de ruas de Curitiba, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 3, p. 281-289, 2013.

CARVALHO, C. A. C.; OLIVEIRA, R. F. S.; RIBEIRO, I. F. N., ANDRADE, R. A.; BRITO, R. S.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; NASCIMENTO, M. M. Produção de mudas de *Cojoba arborea* (L.)

Britton & Rose em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 1, p. 124-132, 2021.

CISNEROS, A. B.; MOGLIA J. G.; ÁLVAREZ, J. A. Morfometria de copa em *Prosopis alba* Griseb. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 863-884, 2019.

DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjarana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.

EVARISTO, A. P.; LENCI, L. H. V.; ROCHA, K. J.; FINGER, C. A. G.; TRONCO, K. M. Q. Morfometria de espécies florestais em área de preservação permanente na Amazônia ocidental. **Nature and Conservation**, Curitiba, v. 14, n. 3, p. 166-174, 2021.

FREITAS, A. P.; MAZZIERO, F. F. F.; GALASTRI, N. A. Inventário arbóreo de três praças do município de Dois Córregos, SP. **Fatecnológica**, Jahu, v. 15, n. 1, p. 51-63, 2021.

HINKLE, A.; WIERSMA, W.; JURS, S. G. **Statistics applied to behavioral sciences**. Houghton Mifflin Company, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Brasil/Mato Grosso/Alta Floresta. (2023). Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/alta-floresta/panorama>. Acesso em: 27 set. 2023.

IVASKO JÚNIOR, S.; BATISTA, D. B.; REIS, A. R. N.; BEHLING, A.; MARTINI, A. Análise morfométrica de árvores em áreas verdes na região central de Curitiba, Paraná. **Nature and Conservation**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 137-147. 2021.

LAFETÁ, B. O.; SILVA, F. F.; SANTOS, M. A.; PIMENTA, I. A.; FONTAN, I. C. I.; FONSECA, N. R.; SARTORI, C. J. Modelagem morfométrica de *Licania tomentosa* (Benth.) por regressão logística e máquinas vetor de suporte. **Scientia Plena**, Aracajú, v. 6, n. 16, p. 1-11, 2020.

LIMA NETO, E. M.; BIONDI, D. Acessibilidade: um novo desafio para arborização de ruas. In: BIONDI, D.; LIMA NETO, E. M. **Pesquisas em arborização de ruas**. Curitiba: O Autor, p. 131-150, 2011.

LORENZO-CÁCERES, J. M. S. *Cojoba arborea* (L.) Britton e Rose. (2023). Disponível em: <https://www.arbolesornamentales.es/Cojoba%20arborea.pdf>. Acesso em: 09 out. 2023.

MOREIRA, M. L. C.; VASCONCELOS, T. N. N. (Org.). **Mato Grosso**: solos e paisagens. Mapa de Reconhecimento dos Solos do Estado do Mato Grosso. Entrelinhas: Cuiabá, 2007. 272p.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9-25, 2001.

OLIVEIRA, T. M.; MADI, J. P. S.; CERQUEIRA, C. L.; MILLIKAN, P. H. K.; CARVALHO, M. P. L. C.; CHAVES, S. P.; CARVALHO, S. P. C. Relações morfométricas para árvores de *Tectona grandis*. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v. 5, n. 4, p. 461-465, 2018.

ORELLANA, E.; KOEHLER, A. B. Relações morfométricas de *Ocoteaodorifera* (Vell.). **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, 2008.

PINHEIRO, M. A.; COSTA, D. R.; DUTRA, F. B.; FRANCISCO, B. S.; TERAÇÃO, B. S., PERUSSI, G.; VIVEIROS, E.; SILVA, M. S. Análise da composição e distribuição da arborização de ruas como ferramenta para o planejamento urbano. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 3, p. 1-10, 2022.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. (2018). R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 14 out. 2023.

RIBAS, E. C.; MELLO JUNIOR, J. R. S.; LOPES, I. J. C.; TRAFFICANTE, D. P.; FONSECA, R. C. B. Influência da arborização na riqueza e composição de aves em Parque Linear Urbano “Pedrinho Sansão” no município de Botucatu, SP. **REVSBAU**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 01-15, 2021.

ROCHA, R. P. L. **Manual de arborização urbana**. Lindóia: Diretoria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura de Lindóia/SP, 2017.

RONDON NETO, R. M.; SANTOS, A. N.; WOJCIECHOWSKI, J. C. Mudanças morfométricas de *Cojoba arborea* (L.) Britton e Rose na arborização urbana. **REVSBAU**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 01-11, 2023.

SILVA, M. J. B.; VITÓRIA, N. J. V.; BARROS, L. G. P.; FONSECA, F. T.; RAMIREZ, G. L.; NASCIMENTO, J. F.; MAGISTRALI, P. R. Silvicultura urbana do município de Ji-Paraná: um diagnóstico ambiental na Amazônia Ocidental Brasileira. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 11, p. 70630-70649, 2022.

SOARES, J.; PELLIZZARO, L. Inventário da Arborização Urbana do município de Ampére (Paraná – Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 5, n. 1, p. 111-127, 2019.

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