

## ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DE ÁRVORES DE *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose) EM PASTAGEM ARBORIZADA

### MORPHOMETRIC ASPECTS OF TREES OF *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose) IN PASTURE AFFORESTATION

Rubens Marques Rondon Neto<sup>1</sup>, Ana Carolina Fernandes da Silva<sup>2</sup>, Julio Cesar Wojciechowski<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil –  
[rubens.marques@unemat.br](mailto:rubens.marques@unemat.br), [anaferdasilva@hotmail.com](mailto:anaferdasilva@hotmail.com), [cwjulio@unemat.br](mailto:cwjulio@unemat.br)

#### RESUMO

O estudo teve por objetivo avaliar o comportamento morfométrico das árvores de ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose) regeneradas naturalmente em pastagem artificial. Em um piquete de pastagem com área de 15 ha foi feita a coleta dos dados dendrométricos de 45 árvores de *H. serratifolius*, sendo: diâmetro a 1,3 m de altura do solo (DAP), altura total (HT), comprimento e diâmetro da copa. A partir desses dados foram estimados os seguintes parâmetros morfométricos das árvores: área de projeção de copa (APC); proporção de copa (PC); formal de copa (FC); grau de esbeltez (GE); índice de abrangência (IA) e índice de saliência (IS). Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, calculando as medidas de posição e dispersão, além do teste de normalidade de Shapiro-Wilk ( $p > 5\%$ ). Houve o domínio de indivíduos com DAP  $20 \geq 30$  cm (55,5%), HT  $10 \geq 15$  m (71,1%), APC  $\leq 100$  m<sup>2</sup> (60,0%), PC  $\geq 70\%$  (84,4%), FC  $\leq 1$  (53,3%); GE  $\leq 0,50$  (75,5%), IA  $\leq 0,80$  (69,6%) e IS  $\leq 31$  (67,4% das árvores). A disponibilidade de espaço de crescimento favoreceu o desenvolvimento equilibrado da copa e o diâmetro do tronco, proporcionando estabilidade às árvores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arborização de pastagem, Copa da árvore, Sistema silvipastoril.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the morphometric behavior of trees (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose) naturally regenerated in artificial pasture. In a pasture with an area of 15 ha, dendrometric data from 45 trees of *H. serratifolius* were collected, as follows: diameter at 1.3 m height from the ground (DBH), total height (HT), length and diameter crown. From these data, the following morphometric parameters of the trees were estimated, such as: canopy projection area (APC); crown proportion (CP); cup formal (FC); degree of slenderness (GE); coverage index (IA) and salience index (IS). The data were submitted to descriptive statistical analysis, calculating the measures of position and dispersion, in addition to the Shapiro-Wilk normality test ( $p > 5\%$ ). There was a dominance of individuals with DBH  $20 \geq 30$  cm (55.5%), HT  $10 \geq 15$  m (71.1%), APC  $\leq 100$  m<sup>2</sup> (60.0%), PC  $\geq 70\%$  (84.4%), FC  $\leq 1$  (53.3%); GE  $\leq 0.50$  (75.5%), IA  $\leq 0.80$  (69.6%) and IS  $\leq 31$  (67.4% of the trees). The availability of growth space favored the balanced development of the crown and the trunk diameter, providing stability to the trees.

**KEYWORDS:** Pasture afforestation, Tree canopy., Silvopastoral system.

#### INTRODUÇÃO

As pastagens arborizadas são modelos de sistemas silvipastoris que podem apresentar possibilidades de incrementar os benefícios ecológicos e econômicos das interações entre o componente animal, forrageira e árvore, arranjos de forma simultânea no sistema de produção integrada. Conforme Montoya-Vilcahuaman &

Baggio (2000), dentre as diversas vantagens da arborização de pastagens que merecem destaque, tem-se a sombra das árvores que proporciona conforto térmico aos animais, aumentando o desempenho produtivo e reprodutivo. Tal sistema de produção integrada pode otimizar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, melhorando o valor nutritivo do pasto (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009). As árvores nas pastagens podem promover a

suplementação alimentar natural pela disponibilidade de seus componentes com potencial forrageiro. Além disso, há possibilidade de diversificação de produtos madeireiros e não madeireiros.

Os métodos de estabelecimento da arborização de pastagens envolvem o plantio de mudas florestais nativas ou exóticas, condução dos indivíduos arbóreos regenerados naturalmente ou através da condução das árvores remanescentes do desmate. Conforme Bruziguessi et al. (2021), as árvores nativas podem ser cultivadas nas pastagens, utilizando-se diferentes arranjos espaciais e métodos de propagação: em área de produção com vegetação nativa remanescente, a escolha de árvores para formação dos sistemas silvipastoris pode ser feita pelo corte seletivo; em pastagens já formadas, as árvores regenerantes em meio a pastagem podem ser mantidas no momento da roçada ou aplicação de herbicidas e conduzidas para formação, reposição ou adensamento.

Diversos critérios são considerados na seleção de espécies florestais nativas para utilização na arborização de pastagens, entre eles, tem-se o conhecimento das relações morfométricas das árvores. De acordo com Hasenauer (1997), a morfometria de uma árvore e as variáveis derivadas são utilizadas para inferir sobre relações interdimensionais, reconstituir o espaço ocupado por cada árvore, a sua estabilidade, vitalidade e produtividade, bem como julgar o grau de concorrência a que cada indivíduo foi ou está sujeito. Assim sendo, os aspectos morfométricos das árvores que regeneram natural ou artificialmente em pastagens podem auxiliar na seleção de espécies florestais, definir espaçamentos e práticas de condução da copa das árvores.

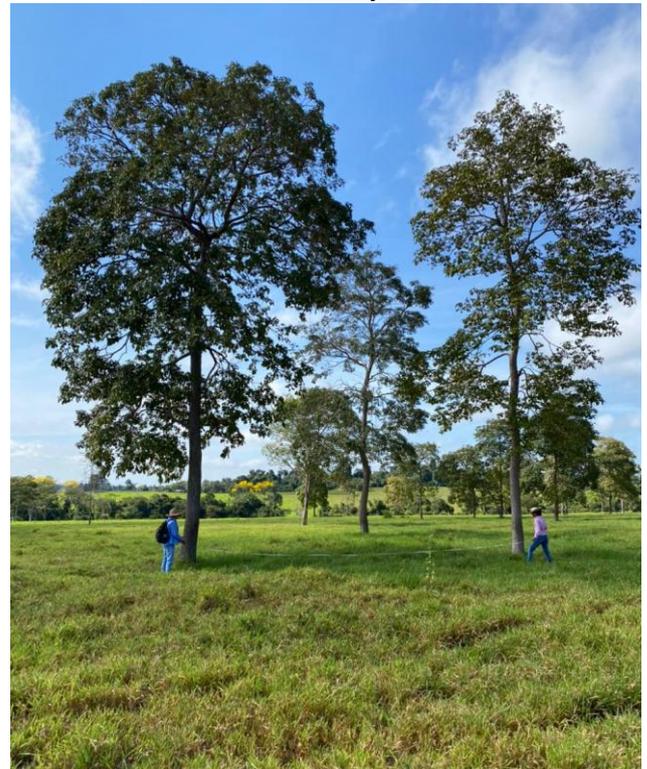
Entre as diversas espécies florestais nativas com potencial para compor sistemas silvipastoris do tipo pastagens arborizadas, tem-se o ipê-amarelo ou pau-d'arco-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose). Trata-se de uma espécie florestal encontrada com frequência regenerando naturalmente nas pastagens da região norte do Estado de Mato Grosso. Conforme Lorenzi (2020), é uma espécie arbórea que apresenta entre 8 e 20 m de altura e diâmetro do tronco de 60 a 80 cm, decídua, heliófita, característica da Floresta Pluvial Densa, mas também largamente encontrada nas formações vegetacionais secundárias. A árvore é extremamente ornamental e a sua madeira de alta densidade é ideal para construção civil e naval.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento morfométrico das árvores de ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose) regeneradas naturalmente em pastagem artificial.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em um piquete de pastagem artificial arborizada naturalmente com espécies florestais nativas, com área total de aproximadamente 15 ha (Figura 1). A área de pasto está situada no município de Paranaíta, extremo norte do Estado de Mato Grosso, localizado entre as coordenadas geográficas 9°42'15.00"S e 56°27'44.00" W e a, aproximadamente, 296 m de altitude.

**Figura 1.** Vista da pastagem arborizada usada para avaliação morfométrica das árvores de *Handroanthus serratifolius*.

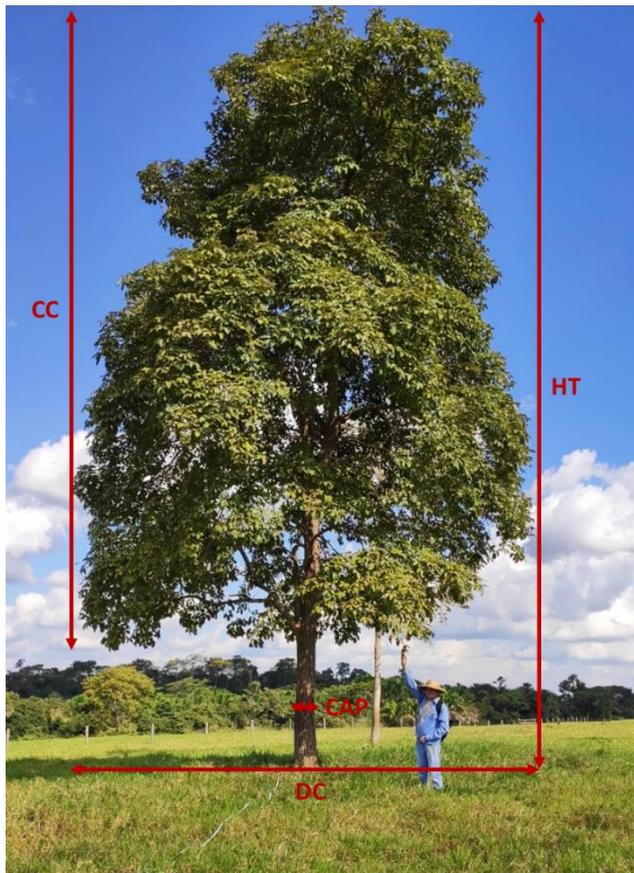


Pela classificação de Köppen, o clima da região da área experimental é do tipo Am com temperatura média de 26°C e precipitação anual cerca de 2200 mm (ALVARES et al., 2014). O solo predominante na região é classificado como Argissolo e relevo suave ondulado (MOREIRA & VASCONCELOS, 2007). A vegetação original se caracteriza como Floresta Ombrófila Aberta.

A pastagem é formada por capim-braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster), sendo arborizada de forma natural com o predomínio de ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose). A intensidade de animais adultos pastoreando na área da pastagem é de 7 a 10 cabeças de bovinos ha<sup>-1</sup>, com tempo de pastejo variando entre 6 e 8 dias por piquete. Os

bovinos adultos puros e mistos pertencentes às raças Nelore e Aberdeen Angus seguem o pastoreio rotacionado nos piquetes de pastagens da propriedade rural.

Ao total foram medidas 45 árvores de *H. serratifolius*, independente da medida do diâmetro do tronco, as quais se encontravam distribuídas de forma aleatória na área de pastagem artificial. De cada indivíduo arbóreo foram mensuradas as seguintes variáveis dendrométricas: circunferência do tronco à 1,3 m de altura do solo (CAP, cm), altura total (HT, m), comprimento de copa (CC, m), e dois diâmetros de copa (DC, m), nos sentidos Norte-Sul e Leste-Oeste (Figura 2).



**Figura 2.** Variáveis dendrométricas medidas em árvores de *Handroanthus serratifolius* regeneradas naturalmente em pastagens.

A medição de CAP de todos os indivíduos amostrados foi feita utilizando fita métrica. As mensurações da HT e CC foram realizadas com auxílio do hipsômetro Blume Leiss. Os dois diâmetros da copa das árvores e as distâncias das três árvores mais próximas foram medidos por meio de trena métrica. Para a descrição das relações interdimensionais das árvores de *H. serratifolius* foram estimados os índices morfométricos, seguindo as indicações de Durlo & Denardi (1998); Wink et al. (2012) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Índices morfométricos estimados para as árvores de *H. serratifolius*, amostradas em pastagem arborizada naturalmente.

Índice	Fórmulas
APC	$\left(\frac{\pi}{4}\right) * DC^2$
PC	$\left(\frac{CC}{HT}\right) * 100$
FC	$\frac{DC}{CC}$
GE	$\frac{HT}{DAP}$
IA	$\frac{DC}{HT}$
IS	$\frac{DC}{D}$
DC	$\frac{(N+S)+(L+O)}{2}$

**Sendo:** APC = Área de projeção de copa; PC = Proporção de copa; FC = Formal de copa; GE = Grau de esbeltez; IA = Índice de abrangência, IS = Índice de saliência e DC = Diâmetro de copa.

Para a análise estatística e exploratória dos dados dendrométricos coletados foi feita a aplicação do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que testa a aderência dos dados mostrados a distribuição normal gaussiana (hipótese nula, H0). Assim sendo, as amostras são consideradas normalmente distribuídas para todo valor de “p” acima de 0,05 de significância ( $\alpha = 5\%$ ). Também foi estimado o valor do coeficiente de variação (CV) de cada um dos parâmetros morfométricos estimados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados do teste de normalidade dos dados dendrométricos e morfométricos de *H. serratifolius*, por meio do teste “W” de Shapiro-Wilk ( $p > 5\%$ ). Apenas as variáveis morfométricas área de projeção de copa (APC), grau de esbeltez (GE) e índice de saliência (IS) não apresentaram distribuição normal dos dados.

A Tabela 3 mostra os parâmetros dendrométricos das árvores de *H. serratifolius* usadas na arborização de pastagem. Do total de árvores inventariadas houve o domínio de indivíduos com DAP de  $20 \geq 30$  cm, HT de  $10 \geq 15$  m, representando aproximadamente 55,5% e 71,1% das árvores amostradas, respectivamente. O comprimento de copa (CC) entre 5,0 e 12,0 m predominou em 77,8% dos indivíduos mensurados, enquanto o diâmetro de copa (DC) de 6,0 a 10,0 m prevaleceu em 68,9% do total de árvores medidas em campo.

**Tabela 2.** Resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk dos dados dendrométricos e morfométricos de *H. serratifolius* em pastagem arborizada naturalmente.

Parâmetro	Índice	Valor - p
Dendrométrico	DAP	0,1100
	HT	0,3825
	HC	0,1866
	DC	0,2013
	CC	0,2274
Morfométrico	APC	0,0238 <sup>ns</sup>
	PC	0,05256
	FC	0,3137
	GE	0,0104 <sup>ns</sup>
	IA	0,1310
	IS	0,0000 <sup>ns</sup>

Obs.: ns = não significativo para um valor de  $p > 5\%$ .

A média da PC das árvores de *H. serratifolius* foi de 77,34%, ou seja, a copa representou a maior parte de sua morfometria em relação ao fuste (Tabela 4). Os valores variam de 46,6 a 90,1%, sendo que 84,4% dos indivíduos apresentaram  $PC \geq 70\%$ . Provavelmente, tal fato se deve as observações de campo que constataram a persistência de galhos nas árvores ao longo do tempo de vida, pois há baixa perda de galhos por desrama natural.

**Tabela 3.** Estatística descritiva da variáveis dendrométricas de *H. serratifolius* em pastagem arborizada naturalmente.

Medida	DAP (cm)	HT (m)	CC (m)	DC (m)
Valor mínimo	17,19	7,00	5,50	6,25
Mediana	29,60	13,50	10,00	9,35
Média	30,92	13,03	10,10	9,28
Valor máximo	41,06	18,30	16,50	12,50
CV (%)	18,30	19,3	27,10	18,20

Os altos valores da PC também dão indicativos de boa vitalidade das árvores, devido a maior capacidade de produção fotossintética, em função da maior quantidade de folhas recebendo luz direta. O distanciamento entre a maioria das árvores proporcionava a ocorrência de baixas intensidades do grau de concorrência entre as árvores da pastagem.

Os valores das áreas de projeção de copa (APC) de *H. serratifolius* variaram entre 30,68 e 122,72 m<sup>2</sup>, distribuídos da seguinte forma: 24,4% ( $APC < 50\text{ m}^2$ ), 60,0% ( $APC \leq 100\text{ m}^2$ ) e 15,6% das árvores ( $APC > 100\text{ m}^2$ ) (Tabela 4). A alta variabilidade da APC entre os indivíduos é confirmada pelo elevado valor do coeficiente de variação obtido. Percebe-se que a maioria das árvores apresentam área de copa capaz de proporcionar sombra ao gado.

Os aspectos reprodutivos das árvores de *H. serratifolius* certamente são afetados diretamente pelo elevado valor

de PC, por meio da maior quantidade de flores formadas, consequentemente maior produção de frutos e sementes. A intensa dispersão de sementes da espécie arbórea na pastagem arborizada pode não ser interessante, caso a espécie florestal apresente caráter invasor e as plantas regenerantes não são predadas pelos animais. No entanto, observações em campo constataram a inexistência de indivíduos jovens de *H. serratifolius* regenerando naturalmente na pastagem, sendo possivelmente predados pelos bovinos na fase inicial de estabelecimento.

**Tabela 4.** Variabilidade das variáveis morfométricas de *H. serratifolius* em pastagem arborizada naturalmente.

Medida	APC (m <sup>2</sup> )	PC (%)	FC	GE	IA	IS
Valor mínimo	30,68	46,67	0,50	0,21	0,44	20,36
Mediana	68,66	78,13	0,96	0,43	0,74	30,00
Média	69,82	77,34	0,98	0,44	0,74	30,75
Valor máximo	122,72	90,16	17,40	0,87	1,22	70,00
CV (%)	37,17	13,62	31,47	30,23	26,37	27,60

Com o domínio das árvores de *H. serratifolius* com altos valores de PC, teve-se a formação de copas com barreira foliar espessa, o que aumenta a área lateral da copa para interceptar a radiação solar, resultando na formação de maior área sombreada para os animais na pastagem. Segundo Lorenzi (2020) *H. serratifolius* é uma espécie caducifólia que perde as folhas durante o período da estação de seca. Portanto, a situação citada acima é possível de ocorrer apenas quando a folhagem persistir nas árvores, o que coincide com o período chuvoso na região.

A copa das árvores de *H. serratifolius* são podadas constantemente pelos bovinos até a altura de aproximadamente 2,0 m. Após essa altura a maioria dos galhos não sofreram desrama natural, o que afetou positivamente no aumento da APC e CC. A permanência dos galhos nas árvores se deve à frequente e alta disponibilidade de espaço de crescimento, favorecendo o fornecimento de luz basicamente em todas as partes das copas das árvores.

Quanto ao formal de copa (FC) de *H. serratifolius*, o valor mínimo encontrado foi de 0,50 e o máximo igual a 1,74, sendo que cerca de 53,3% dos indivíduos tiveram  $FC \leq 1,0$ . Oliveira, Lima e Martins (2018) encontraram valor médio de FC igual a 1,35 para *H. impetiginosus*, variando entre 0,67 a 3,36, em vias públicas da cidade de Paragominas/PA. São considerados baixos os valores de FC obtidos no estudo, indicando que comumente as árvores de *H. serratifolius* apresentam copas esbeltas, com tendência ao tipo colunar. Para Andrade et al. (2012), é mais vantajoso para a arborização de pastagem árvores

com copas que tenham configurações colunar e flabeliforme.

O grau de esbeltez (GE) é expresso pela relação entre HT e diâmetro à altura do peito (DAP), o qual variou de 0,21 a 0,87 para *H. serratifolius* arborizando pastagem artificial, tendo 75,5% dos indivíduos com  $GE \leq 0,50$ . Segundo Tonini e Arco-Verde (2005), caso o valor de GE esteja acima de 1, o crescimento em diâmetro é menor se comparado ao crescimento em altura, podendo indicar a necessidade de desbastes para reduzir a concorrência.

O GE é o parâmetro morfométrico que infere sobre a estabilidade das árvores, indicando que quanto mais alto o grau de esbeltez, mais instável é a árvore no ambiente em que está estabelecida, ficando a copa suscetível à ação de ventos fortes (DURLO & DENARDI, 1998; ROMAN et al., 2009). Os valores de GE obtidos para *H. serratifolius* são considerados como baixos, provavelmente a espécie pode ser considerada estável e resistente aos danos causados pelos ventos. A estabilidade das árvores na pastagem é um aspecto muito importante, pois ações do vento são mais intensas devido a existência de poucas barreiras que reduzem a velocidade dos ventos no ambiente de pastagem.

O índice de abrangência (IA) trata-se da relação entre DC e HT, o qual teve média de 0,74, variando entre 0,44 e 1,22, com cerca de 69,6% dos indivíduos tendo  $IA \leq 0,80$ . De acordo com Bobrowski & 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 sucessível a queda. Sendo assim, os valores de IA encontrados para *H. serratifolius* só reforçam a direção de desenvolvimento das árvores com morfometrias projetadas para proporcionar maior estabilidade.

O índice de saliência (IS) é obtido entre a relação do DC e o DAP, sendo eficaz como indicador do espaço necessário para o desenvolvimento de cada árvore (CISNEROS et al., 2019). O índice de saliência (IS) teve valor médio de 30,75, variando entre 20,36 e 70,39, com 67,4% dos indivíduos tendo  $IS \leq 31$ . O IS médio indica que as copas de *H. serratifolius* são cerca de 30 vezes maiores que o DAP. Valor médio superior de IS (49,0) para *H. serratifolius* foi encontrado por Evaristo et al. (2021), em árvores com oito anos após o plantio em áreas ciliares degradadas.

Para Wadsworth (2000), espécies arbóreas de maior crescimento volumétrico apresentam valores de IS entre 15 e 20, enquanto de espécies de baixo crescimento tem  $IS > 25$ . Sendo assim, pode-se considerar que as árvores de *H. serratifolius* apresentaram crescimento lento no ambiente

de pastagem. Ao basear nessa característica, sugere-se que de *H. serratifolius* pode apresentar limitações na seleção de espécies para formação de pastagens arborizadas. Acredita-se que o motivo mais relevante é devido ao fato de que quanto menor o ritmo de crescimento das árvores, maiores são os riscos de predação e ocorrência de danos físicos causados pelos animais criados na pastagem.

De maneira geral, *H. serratifolius* demonstrou ser adaptada ao ambiente de pastagem artificial, não apresentando nenhuma toxicidade nas partes de seus componentes e não sofrer danos físicos dos animais. O crescimento em diâmetro do troco foi compatível com o crescimento de copa, deixando os indivíduos com maior estabilidade. A formação de sombra não afetou negativamente a produção de forragem em virtude da forma da copa e o ramoneio dos galhos existentes nas partes inferiores da copa.

## CONCLUSÕES

- A disponibilidade de espaço de crescimento às árvores de *H. serratifolius* favoreceu o desenvolvimento morfométrico equilibrado da copa, diâmetro do tronco e altura proporcionando estabilidade às árvores.
- O ambiente de pastagem proporcionou a formação de árvores com formato de copas indicados para arborização de pastagem.
- Por conta da deciduidade das folhas de *H. serratifolius* no período da estação seca, recomenda-se a diversificação de espécies florestais na arborização de pastagens.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n.6, p.711-728, 2014.
- ANDRADE, C.M.S. et al. **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. 1ª ed., Brasília: Embrapa, 2012.
- BOBROWSKI, R.; BIONDI, D. Morfometria de espécies florestais plantadas nas calçadas. **REVSBAU**, v.12, n.1, p.01-16, 2017.
- BRUZIGUESSI, E.P. et al. **Sistemas silvipastoris com árvores nativas no Cerrado**. Brasília: Mil Folhas do IEB, 2021.
- CISNEROS, A.B. et al. Morfometria de copa em *Prosopis alba* Griseb. **Ciência Florestal**, v.29, n.2, p.863-884, 2019.
- DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do rio grande do sul. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, 1998. p.55-66.

EVARISTO, A.P. et al. Morfometria de espécies florestais em área de preservação permanente na Amazônia ocidental. **Nature and Conservation**, v.14, n.3, p.166-172, 2021.

HASENAUER, H. Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. **Forest Ecology and Management**, v.96, p.197-206, 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 8. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2020. v.1.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L.J.; BAGGIO, A.J. **Guia prático sobre arborização de pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 16p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49).

MOREIRA, M.L.C.; VASCONCELOS, T.N.N. **Mato Grosso**: solos e paisagens. Cuiabá: Entrelinhas, 2007.

OLIVEIRA, V.P. et al. Use of morphometry in the arborization of Paragominas city, Pará, Brazil, with *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae). **Revista Agro@ambiente On-line**, v.12, n.3, p.213-223, 2018.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. et al. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras**: implantação e manejo. Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

ROMAN, M. et al. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v.19, n.4, p.473- 480, 2009.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M.F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.633-638. 2005.

WADSWORTH, F.H. **Producción florestal para America tTropical**. Washington: USDA, 2000.

WINK, C. et al. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, v.40, n 93, p.57-67, 2012.