



COMPARAÇÃO DE MODELOS PARA ESTIMATIVA DA ALTURA DE

Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.

Valdenia Medeiros Araújo¹, Antonio Adriano da Costa¹, Lúcio Valério Coutinho de Araújo¹
, Natielly Cristine Gomes de Medeiros², Kyegla Beatriz da Silva Martins², Francisco das
Chagas Vieira Sales¹

1 Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB, Brasil. E-mail: valdenia.eng@gmail.com; anthony_kettyn@hotmail.com; lcaraujo@cstr.ufcg.edu.br; franciscoef@yahoo.com.br

2 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA, Brasil. E-mail: natiellymedeiros7@gmail.com; kyeglabeatriz10@hotmail.com

Autora correspondente: Valdenia Medeiros Araújo. E-mail: valdenia.eng@gmail.com.

RESUMO

Este trabalho objetivou comparar quatro diferentes tipos de modelos hipsométricos que melhor se ajustassem para estimação das alturas da espécie *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Foram alocadas 33 parcelas de área fixa, resultando em 1.743 indivíduos amostrados, representando uma densidade de 1.320,5 ind ha⁻¹, os indivíduos foram distribuídos em 24 espécies, 22 gêneros e 14 famílias botânicas. A família Fabaceae representou 58,23 % dos indivíduos e entre as espécies de maior valor de importância se encontra a *Mimosa tenuiflora*. A eficiência dos modelos foi avaliada por meio do coeficiente de determinação ajustado (R_{aj}^2), erro padrão residual, erro percentual absoluto médio e análise gráfica dos resíduos. Conclui-se que entre os modelos testados, o maior valor de $R_{aj}^2 = 0,3047$ foi obtido pelo modelo 3, já o modelo 5 apresentou o menor ajuste para estimar a altura da espécie.

Palavras-chave: Altura; diâmetro; equações hipsométricas

COMPARISON OF MODELS FOR ESTIMATING THE HEIGHT OF *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir

ABSTRACT

This work aimed to compare four different types of hypsometric models that best fit for estimating the heights of the species *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Thirty-three fixed area plots were allocated, resulting in 1,743 sampled individuals, representing a density of 1,320.5 ind ha⁻¹. The individuals were distributed among 24 species, 22 genera and 14 botanical families. The Fabaceae family represented 58.23% of the individuals and among the species of greatest importance is *Mimosa tenuiflora*. The efficiency of the models was evaluated through the adjusted coefficient of determination (R_{aj}^2) residual standard error, mean absolute percentage error and graphic analysis of the residuals. It is concluded that among the models tested, the highest value of $R^2 = 0.3047$ was obtained by model 3, while model 5 showed the lowest fit to estimate the height of the species.

Key words: height; diameter; hypsometric equations.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

Apesar da existência de diversos trabalhos sobre o domínio fitogeográfico Caatinga, ainda se tem muito a percorrer no que diz a respeito a compreender e descrever sua vegetação. É necessário conhecer esse domínio fitogeográfico como um todo, o que pode ser feito por meio de levantamentos quantitativos e qualitativos das espécies através do inventário florestal.

O domínio fitogeográfico Caatinga é um mosaico de florestas sazonalmente secas, amplamente distribuído na região nordeste do Brasil (Dutra Júnior *et al.*, 2022). Esse domínio fitogeográfico é considerado um dos mais ameaçados do País (Apgaua *et al.*, 2015; Antongiovanni *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2023), visto que grande parte de sua superfície já foi fortemente modificada pela atividade e ocupação humana (Medeiros *et al.*, 2021), carecendo ainda de medidas efetivas para preservar a sua biodiversidade.

Desta forma, compreender as espécies da Caatinga e estudá-las é essencial para a identificação de diferentes fâcies e pode ser uma ferramenta útil para o conhecimento dos aspectos da ecologia regional (Andrade *et al.*, 2022). Reforçando que, a análise quantitativa e qualitativa das espécies é fundamental, o que leva à busca por métodos eficazes para suas estimativas (Souza *et al.*, 2023).

Como não é possível medir a altura de todas as árvores de uma floresta, devido ao custo de inventariar a floresta completa, é necessário fazer estimativas com base nas alturas obtidas de algumas árvores e outras variáveis como diâmetro a 1,30 m do solo (D) (Martins *et al.*, 2020). Uma forma de obter estimativas de altura é a utilização de modelos matemáticos, técnica já bem estabelecida, porém pouco utilizada na Caatinga. Dentre os modelos matemáticos, há grande utilização de modelos hipsométricos, como visto em Andrade *et al.* (2015), Machado *et al.* (2019), Martins *et al.* (2019) e entre outros.

Diante do exposto sobre a importância do domínio fitogeográfico Caatinga e do conhecimento da altura das árvores, sendo importante ressaltar a grande heterogeneidade florística e estrutural, além da presença de indivíduos multicaules, o objetivo deste trabalho foi comparar modelos hipsométricos de melhor ajuste para a espécie *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida na Fazenda Rio, localizada a 8 km a Sudoeste do município de São José de Espinharas – PB, nas coordenadas geográficas 6°54'25.32" S; 37°17'45.74" e com área de aproximadamente 350 hectares.

Foram alocadas 33 parcelas de área fixa (20 m X 20 m), resultando em 1.743 indivíduos amostrados, representando uma densidade de 1.320 ind ha⁻¹, os indivíduos foram distribuídos em 24 espécies, 22 gêneros e 14 famílias botânicas. A família Fabaceae representou 58,23% dos indivíduos e entre as espécies de maior valor de importância encontra-se a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. Os modelos testados para indivíduos de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir estão expressos na Tabela 1.

Tabela 1. Modelos hipsométricos testados

Ordem	Modelos	Denominação
1	$h_i = \beta_0 + \beta_1 D + \varepsilon_i$	Linear simples
2	$h_i = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 D^2 + \varepsilon_i$	Trorey
3	$h_i = \beta_0 \cdot D^{\beta_1} \cdot \varepsilon_i$	Potência
4	$h_i = \beta_0 \cdot e^{\beta_1 D} \cdot \varepsilon_i$	Exponencial

Em que: H_i = Alturas individuais (m); D = diâmetro equivalente a 1,30 m do solo.

Para comparar e descrever o modelo de melhor ajuste aos dados utilizou-se as estatísticas: coeficiente de determinação ajustado ($R_{ajust.}^2$) (Equação 1), erro padrão residual (Equação 2), erro médio absoluto em porcentagem (EPAM) (Equação 3) e gráfico de resíduo para os modelos. Todos os modelos foram ajustados no programa R.

$$R_{ajust.}^2 = R^2 - \frac{k-1}{n-k} \cdot (1 - R^2) \quad (1)$$

$$s_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-k}} \quad (2)$$

$$EPAM\% = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{e_i}{y_i} \right| \quad (3)$$

Em que: R^2 = coeficiente de determinação; k = número de parâmetros do modelo; n = número de observações; e = erro de previsão; y_i = alturas observadas (m); \hat{y}_i = alturas estimas pela equação; p = número de coeficientes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realizar os ajustes nos modelos, foi observado que os valores estatísticos de $R_{ajust.}^2$ foram muito baixos (Tabela 2). Dentre os modelos avaliados, o modelo 3 apresentou melhor precisão para estimar as alturas da *M. tenuiflora*, com um valor de $R_{ajust.}^2 = 0,3047$ e o menor resultado foi obtido com o modelo 4, sendo $R_{ajust.}^2 = 0,2490$.

Tabela 2. Estatísticas de ajuste e validação dos modelos

Ordem	b_0	b_1	b_2	Ordem	$R_{ajust.}^2$	s_{yx}	EPAM	Ranking
1	2,9846	0,1447		1	0,2722	0,9803	20,147	3
2	2,55831	0,26647	-0,00679	2	0,2960	0,9642	19,389	2
3	2,46158	0,26297		3	0,3047	0,9582	19,350	1
4	3,16419	0,03247		4	0,2490	0,9958	20,581	4

Em que: b_0 , b_1 e b_2 = estimativas dos parâmetros dos modelos; $R_{ajust.}^2$ = coeficiente de determinação ajustado; s_{yx} = erro padrão residual; EPAM = erro médio absoluto em porcentagem

Os modelos testados apresentaram baixos valores do coeficiente de determinação, indicando que estimar as alturas das espécies da Caatinga é um processo de baixa precisão, possivelmente devido a grande variabilidade na relação diâmetro/altura das espécies. Entretanto, recomenda-se ainda o uso de equações para estimativa, corroborando com Martins *et al.* (2020), onde os autores afirmam que é necessário a adaptação de modelos hipsométricos para as espécies nativas, a fim de obter resultados mais precisos.

A análise gráfica de distribuição dos resíduos percentuais corroborou com os resultados observados na Tabela 2. O maior valor de $R_{ajust.}^2 = 0,3047$ foi obtido pelo modelo 3, sinalizando

que pode ser utilizado para estimar a altura das árvores de *Mimosa tenuiflora*, mas também estimá-la em outros locais que apresentem condições semelhantes.

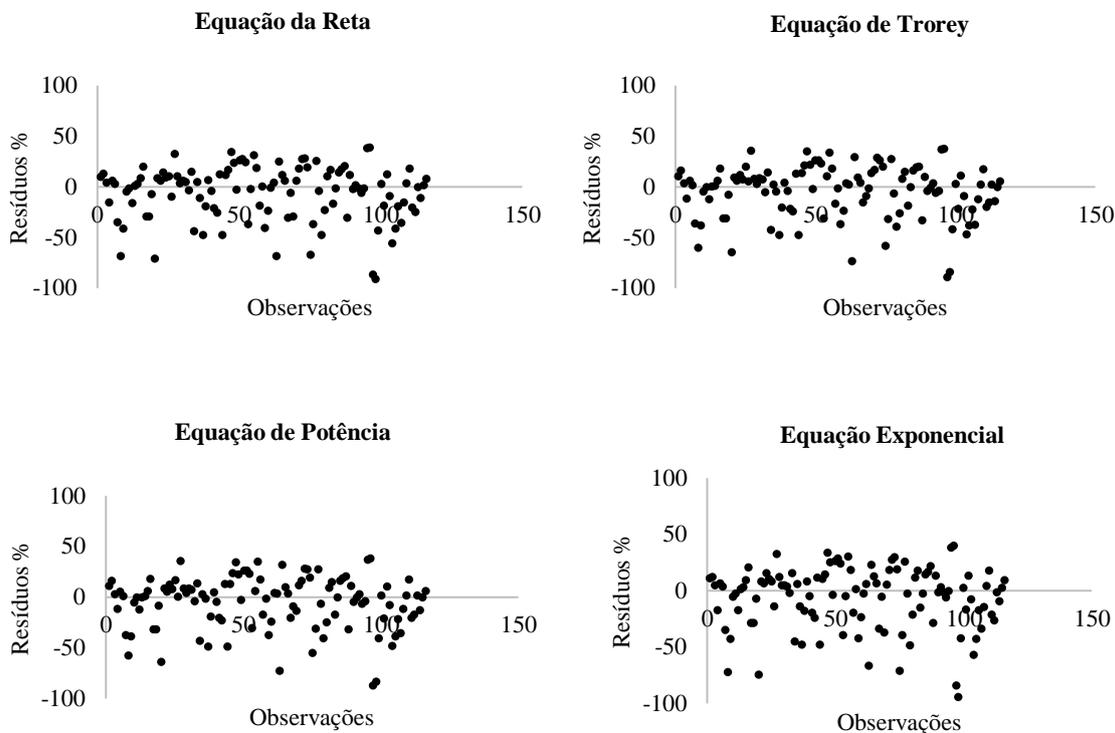


Figura 1. Análise gráfica de resíduos para cada modelo hipsométrico ajustado

CONCLUSÃO

O modelo hipsométrico que apresentou o melhor ajuste na estimativa de altura das árvores da espécie *Mimosa tenuiflora* foi o modelo de potência, com melhor coeficiente de determinação ajustado e menor erro percentual absoluto médio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, R. L.; Rolim, E. C. A.; Tavares, J. L.; Nascimento, J. W. F.; Sousa, R. S.; Silva, G. P.; Medeiros, L. F. S.; Sales, F. C. V. Florística e fitossociologia de uma área de caatinga no município de Jardim de Piranhas - RN, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 9, p.61159–61172, 2022. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n9-052>.
- Andrade, V. C. L.; Kroetz, E. A.; Nicola, A.; Souza, P. B.; Nohama, F. K. Amostragem e agrupamento de dados de relação hipsométrica em inventários florestais de Cerrado Tocantinense. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 228-238, 2015. <https://doi.org/10.4336/2015.pfb.35.83.683>.
- Antongiovanni, M.; Venticinque, E. M.; Fonseca, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, n. 20, p. 1353-1367, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-6>.
- Apgaua, D. M. G.; Pereira, D. G. S.; Santos, R. M.; Menino, G. C. O.; Pires, G. G.; Fontes, M. A. L.; Fontes, M. A. L.; Tng, M. A. L., Dyp, M. A. L. Floristic variation within seasonally dry tropical forests of the Caatinga Biogeographic Domain, Brazil, and its conservation implications. **International Forestry Review**, v. 17, n. 2, p. 33-44, 2015. <https://doi.org/10.1505/14655481581583484>.
- Dutra Júnior, M. P.; Marangon, L. C.; Gonçalves, M. P. M.; Feliciano, A. L. P. Análise fitossociológica e de indicadores ecológicos em duas áreas de Caatinga com históricos diferentes de uso no Sertão Paraibano. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1439–1459, jul. 2022. <https://doi.org/10.5902/1980509865774>.
- Lima, R. B.; Santos Neto, J. C.; Brito, A. C.; Oliveira, C. P.; Paula, A.; Barreto-Garcia, P. A. B. Quantificando distribuições de diâmetro em floresta tropical sazonalmente seca na Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 18, n. 1, e2992, 2023. <https://doi.org/10.5039/agraria.v18i1a2992>.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

- Machado, I. E. S.; Medeiros, P. C. A. O.; Carvalho, M. G. C.; Perez, C. A. M.; Santana, T. F.; Andrade, V. C. L. Modelos hipsométricos ajustados para um fragmento de cerrado Sensus stricto tocantinense. **Revista Agrogeoambiental**, v. 11, n. 1, p. 155-167, 2019. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v11n120191174>.
- Martins, M. T.; Marangon, G. P.; Costa, E. A.; Pfeifer, M. I.; Silveira, B. D. da. Uso de diferentes técnicas para descrição da altura de um plantio monoespecífico de angico-vermelho. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, p. 340-352, 2019. https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2019a32.
- Martins, M.; Marangon, G.; Costa, E.; Pfeifer, M.; Lisboa, G. Relação hipsométrica de três espécies da caatinga, semiárido pernambucano. **Agrarian Academy**, v. 7, n. 13, p. 45-55, 2020. https://doi.org/10.18677/Agrarian_Academy_2020a5.
- Medeiros, N. C. G.; Souza, S. M.; Monteiro, M. M.; Azevedo, L. K. S.; Sales, F. C. V. Levantamento florístico e fitossociológico em remanescente florestal em Patos-PB. **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 8, n. 1, 120-129, 2021. <https://doi.org/10.20873/uftv8-9968>.
- Souza, P. F.; Silva, J. A.; Lucena, D. S.; Santos, W. S.; Henrique, Íkallo G. N.; Lucena, M. F. A.; Souza, A. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas – PB. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1317–1329, 2016. <https://doi.org/10.5902/1980509825152>.