



INFLUÊNCIA DO TAMANHO DE PARCELAS NA MODELAGEM DA ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE ÁRVORES DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

Samuel de Pádua Chaves e Carvalho¹, Alan Bernardes da Silveira², Mariana Peres
de Lima Chaves e Carvalho¹, Marcos Felipe Nicoletti³, Carlos Alberto Silva⁴,
Ronaldo Drescher¹

1 Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil. E-mail: sam.padua@gmail.com; marianaperes212@gmail.com; ronaldodrescher@gmail.com

2 ONF Brasil, Cotriguaçu, MT, Brasil. E-mail: alan@onfbrasil.com.br

3 Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, Brasil. E-mail: marcos.nicoletti@udesc.br

4 University of Florida, Gainesville, FL, USA. E-mail: c.silva@ufl.edu

Autor correspondente: Samuel de Pádua Chaves e Carvalho. E-mail: sam.padua@gmail.com

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo, avaliar se a área de parcelas de inventário florestal influencia significativamente na modelagem da estrutura diamétrica de árvores da Amazônia Mato-grossense. Ao todo foram instaladas e mensuradas, em campo, 12 parcelas de 10.000 m² de área, totalizando 12 hectares amostrados em uma área de aproximadamente 500 hectares de floresta primária. Elas foram subdivididas em 4 subunidades de 2500 m², totalizando 48 subunidades. O experimento foi instalado no final de 2018 e sua mensuração finalizada em fevereiro de 2019 seguindo os padrões mínimos necessários na realização do inventário florestal amostral em áreas manejadas, conforme estabelecido pela SEMA-MT. Os tamanhos de parcela avaliados foram: 10.000 m²; 7.500 m²; 5.000 m²; e 2.500 m². O tamanho 10.000 m² foi considerado aquele que gera as frequências observadas, ou seja, a “testemunha”. Optou-se pela função Weibull de 3 Parâmetros para a modelagem da distribuição dos diâmetros verificada a sua ampla flexibilidade/aplicabilidade. Os resultados permitiram inferir que a função de densidade de probabilidade avaliada é aderente à distribuição dos diâmetros de florestas primárias da Amazônia Mato-grossense, bem como, não existe diferença significativa entre as frequências observadas e estimadas para os diferentes tamanhos de parcelas avaliados neste estudo.

Palavras-chave: florestas primárias; função de densidade de probabilidade; Weibull.

PLOT SIZE INFLUENCE ON DIAMETRIC STRUCTURE IN AMAZON FOREST TREES, MATO GROSSO, BRAZIL

ABSTRACT

The aim of this work was to verify if the sample size influence significantly on the diametric structure modeling of trees in the Amazon Forest from Mato Grosso, Brazil. In the field were installed and measured, 12 permanent plots with 10,000 m² of area, totalizing 12 hectares sampled in an area of approximately 500 hectares of primary forest. They were subdivided into 4 subunits of 2500 m², totalizing 48 subunits. The experiment was installed at the end of 2018 and measured in the final of February 2019, following the minimum standards necessary to carry out the forest inventory in managed areas, as established by SEMA-MT, Brazil. The parcel sizes evaluated were: 10,000 m²; 7,500 m²; 5,000 m²; and 2,500 m². The 10,000 m² size was considered the one that generates the observed frequencies. We chose the 3-parameter Weibull function for modeling the diametric distribution because it is larger flexibility and application. The results allowed to conclude that the probability density function proposed is adherent to the distribution of the diameters of primary forests in the northwest of Mato Grosso, as well as there is no significant difference between the observed and estimated frequencies for the different sizes of plots evaluated in this study.

Key words: primary forest; probability density function; Weibull

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

A amostragem de árvores em campo é um procedimento fundamental para quantificar e qualificar o potencial de produção de uma área, seja madeireiro ou não. Não apenas o conhecimento quali-quantitativo do povoamento florestal é suficiente se não estiver atrelado aos conceitos de desenvolvimento sustentável. Segundo Corona *et al.* (2003) o desenvolvimento sustentável deve levar em consideração a harmonia dos conceitos de manejo sustentável e a biodiversidade, ou seja, sustentabilidade e diversidade estão intimamente relacionados.

Como mencionado por Davis & Johnson (1987), o conceito de sustentabilidade, ou fornecimento sustentado (periódico e perpétuo) de produtos, serviços e benefícios, está fortemente relacionado com o desenvolvimento e aplicação de técnicas de análise quantitativa para a tomada de decisão. Muitas são as ferramentas atualmente disponíveis para análise de dados, tanto que na primeira década do século XXI surge o termo *Data Science* que são aprimoramentos e evoluções de *Decision Support Systems* que surgiu na década de 70 do século passado (Cavique, 2014). Dentre algumas ferramentas computacionais e que já tiveram aplicações na ciência florestal podemos citar: aprendizagem de máquinas (Guan & Gertner, 1991; López-Serrano *et al.*, 2020); redes neurais artificiais (McRoberts *et al.*, 1991; Socha *et al.*, 2020); modelagem estatística (Schumacher & Hall, 1933; Vanderschaaf, 2020).

Verificada a importância quanto à manutenção dos serviços e benefícios associados à sustentabilidade florestal, bem como a disponibilidade de ferramentas para análise de dados, este trabalho tem como objetivo, avaliar a influência do tamanho de parcelas de inventário florestal na modelagem da estrutura diamétrica de árvores da Amazônia em uma área localizada no noroeste do Estado de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Dados

Os dados desta pesquisa foram obtidos em uma área experimental pertencente à empresa O.N.F. Brasil e monitorada pelo Laboratório de Manejo Florestal da Faculdade de Engenharia Florestal da UFMT. Em um total de 500 ha de floresta primária foram instaladas permanentemente em campo, 12 unidades amostrais (parcelas) de 100 x 100 m, subdivididas em 4 subunidades de 25 x 100 m. Os parâmetros desta pesquisa seguem àqueles estabelecidos atualmente pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA-MT). Mais detalhes acerca da área de estudo podem ser obtidos em Silveira (2019).

O inventário florestal foi realizado em fevereiro de 2019, em que foram mensurados os diâmetros a altura do peito (1,3 m do solo - D) de todos os indivíduos arbóreos com diâmetro acima de 20 cm. Estes indivíduos foram também plaqueteados e identificados em nível de espécie.

Análise estatística

Optou-se pela função de densidade de probabilidade Weibull de 3 parâmetros (Equação 1) para a modelagem da distribuição diamétrica das árvores amostradas.

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c} \quad (1)$$

Em que: a, b e c são os parâmetros a serem ajustados (a = parâmetro de locação; b = parâmetro de escala; c = parâmetro de forma), com a pressuposição de $x \geq 0$ e a, b, c > 0.

O modelo foi ajustado se considerando quatro diferentes tamanhos de parcelas: 10.000 m²; 7.500 m²; 5.000 m² e 2.500 m².

As frequências estimadas *versus* observadas foram testadas por meio do teste de χ^2 , considerando o tamanho de 10.000 m² como aquele que apresenta as frequências observadas. As investigações científicas com florestas tropicais sugerem, para fins de monitoramento, parcelas com área mínima de 10.000 m² (Wagner *et al.*, 2010).

As funções foram ajustadas por máxima verossimilhança por meio do pacote *WeibullR* disponível no software R (Silkworth & Symynck, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que apenas a partir de parcela de 7.500 m² se captou toda a amplitude dos dados, ou seja, por exemplo, se adotássemos parcelas de 2.500 m² o máximo diâmetro mensurado seria de 135,0 cm, o que não é verdade.

Tabela 1. Estatísticas descritivas dos dados de campo para cada cenário (tamanho de parcela) avaliado para a variável diâmetro a 1,30 m do solo (D)

Tamanho da Parcela	Diâmetro (D)		
	Mínimo (cm)	Máximo (cm)	Mediana (cm)
10.000 m ²	20,0	170,0	30,0
7.500 m ²	20,0	170,0	30,0
5.000 m ²	20,0	166,0	29,5
2.500 m ²	20,0	135,0	31,2

Nota-se a semelhança nos valores dos parâmetros ajustados para cada tamanho de parcela avaliado (Tabela 2), o que pode ser visualizado pela Figura 1, que representa os ajustes dos modelos de Weibull de 3 parâmetros considerando os 4 diferentes tamanhos de parcelas avaliados. As funções ajustadas foram inseridas no gráfico que contém as parcelas de 10.000 m², visto que esta foi considerada como a “testemunha”.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros das funções ajustadas à cada tamanho de parcela avaliado para a variável D

Tamanho da Parcela	A	B	C	p-valor
10.000 m ²	19,99	13,81	0,84	< 0,001
7.500 m ²	19,99	13,70	0,82	< 0,001
5.000 m ²	19,99	13,73	0,82	< 0,001
2.500 m ²	19,99	15,10	0,85	< 0,001

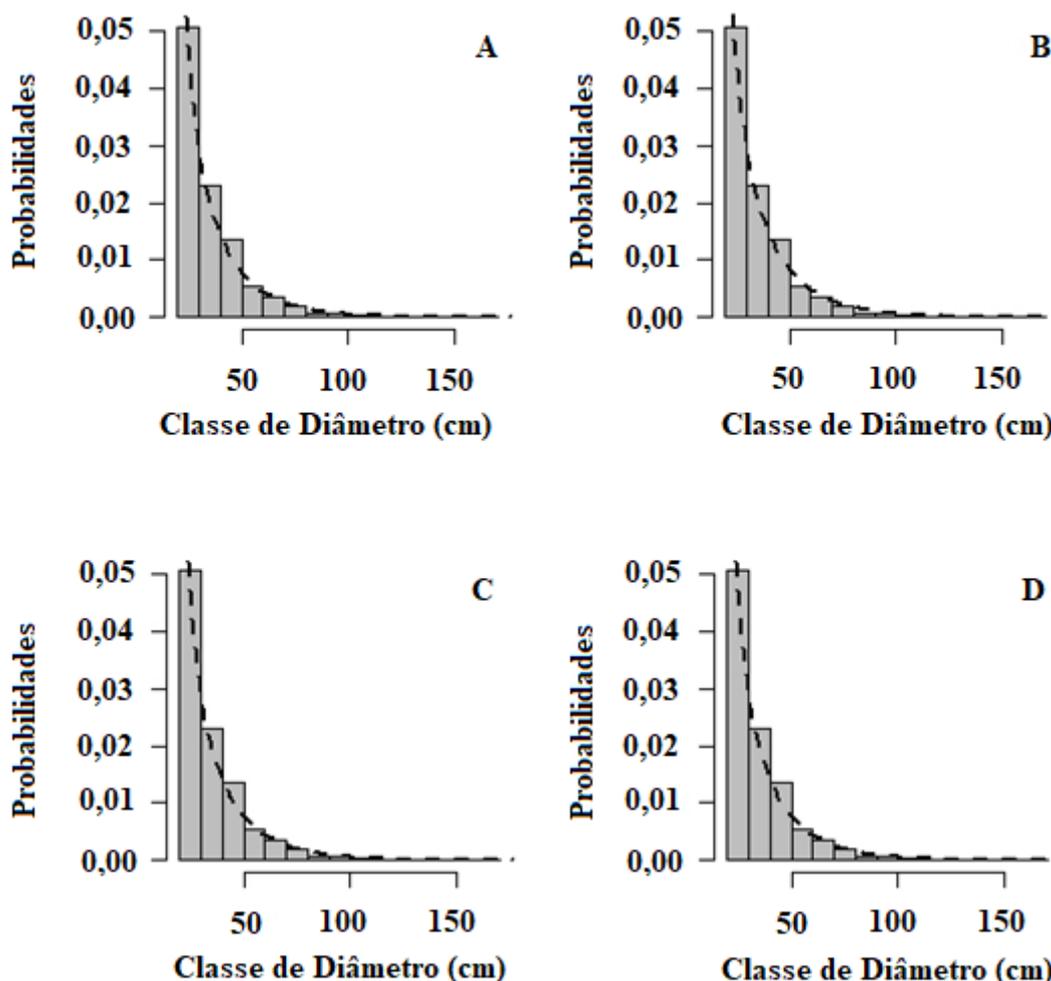


Figura 1. Representação das funções de Weibull de 3 parâmetros ajustadas considerando os 4 diferentes tamanhos de parcela, sendo: A = 10.000 m²; B = 2.500 m²; C = 5.000 m²; D = 7.500 m²

Visualmente não é possível notar diferenças significativas entre as funções ajustadas. Estes resultados foram confirmados por meio do teste de Qui-quadrado a 99% de probabilidade. Ou seja, independentemente do tamanho da parcela de inventário, as frequências observadas são estatisticamente iguais às frequências estimadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Higuchi *et al.* (2012) para a região de Manaus-AM. Já Madi *et al.* (2017) encontraram uma melhor performance para a Weibull 3P comparada à outras distribuições de probabilidade para *Tectona grandis* e Nanang (1998) concluiu que dentre as distribuições de probabilidade avaliadas na modelagem do diâmetro de plantios de *Azadirachta indica* que a função de Weibull obteve o melhor ajuste.

CONCLUSÃO

A função de densidade de probabilidade Weibull de três parâmetros é recomendada na modelagem da distribuição diamétrica de florestas primárias da Amazônia Mato-grossense.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Não existe diferença significativa entre as frequências observadas e estimadas para os tamanhos de parcelas avaliados neste estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à O.N.F. Brasil e ao CIPEM-MT pelo apoio nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cavique, L. Big data e data science. **Boletim APDIO**, n. 51, p. 11–14, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.2/3918>. Acesso em: 03 Mar. 2023.
- Corona, P.; Köhl, M.; Marchetti, M. (Eds.). **Advances in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring**. Dordrecht: Springer, 2003. 441p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0649-0>.
- Davis, L.; Johnson, K. **Forest management**. 3. ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1987. 790p.
- Guan, B. T.; Gertner, G. Modeling red pine tree survival with an artificial neural network. **Forest Science**, v. 37, n. 5, p. 1429–1440, 1991.
- Higuchi, F. G.; Siqueira, J. D. P.; Lima, A. J. N.; Figueiredo Filho, A.; Higuchi, N. Influência do tamanho da parcela na precisão da função de distribuição diamétrica de Weibull na floresta primária da Amazônia Central. **Floresta**, v. 42, n. 3, p. 599–606, 2012. <https://doi.org/10.5380/RF.V42I3.19640>.
- López-Serrano, P. M.; Cárdenas Domínguez, J. L.; Corral-Rivas, J. J.; Jiménez, E.; López-Sánchez, C. A.; Veja-Neiva, D. J. Modeling of aboveground biomass with Landsat 8 OLI and machine learning in temperate forests. **Forests**, v. 11, n. 1, e.0011, 2020. <https://doi.org/10.3390/f11010011>.
- Madi, J. P. S.; Vendruscolo, D. G. S.; Silva, C. A.; Carvalho, M. P. L. C.; Carvalho, S. P. C. Univariate models to represent the diametric distribution of thinned stand of *Tectona grandis* Linn.f. **Advances in Forestry Science**, v. 4, n. 2, p. 119–123, 2017. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/4726/pdf>. Acesso em: 10 Mar. 2023.
- McRoberts, R. E.; Schmoltdt, D. L.; Rauscher, H. M. Enhancing the scientific process with artificial intelligence - forest science applications. **AI Applications**, v. 5, n. 2, p. 5–26, 1991. Disponível em: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_mcroberts001.pdf. Acesso em: 05 Mar. 2023.
- Nanang, D. M. Suitability of the Normal, Log-normal and Weibull distributions for fitting diameter distributions of neem plantations in Northern Ghana. **Forest Ecology and Management**, v. 103, n. 1, p. 1–7, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00155-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00155-2).
- Schumacher, F.; Hall, F. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n.1, p. 719–734, 1933. Disponível em: <https://naldc.nal.usda.gov/download/IND43968352/PDF>. Acesso em: 13 Mar. 2023.
- Silkworth, D.; Symynck, J. **WeibullR: Weibull analysis for reliability engineering**, 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=WeibullR>. Acesso em: 17 Fev. 2023.
- Silveira, A. B. **Influência do tamanho de parcelas na estimativa de parâmetros biométricos em uma área de manejo florestal sustentável no Mato Grosso**. 2019. 57f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, 2019. Disponível em: <https://cms.ufmt.br/files/galleries/194/DISSERTA%C3%87%C3%95ES%202019/A5fb0cba9d9cc38ab7fea6f1a92840117a3ef2aaf.pdf>. Acesso em: 10 Mar. 2023.
- Socha, J.; Netzel, P.; Cywicka, D. Stem taper approximation by artificial neural network and a regression set models. **Forests**, v. 11, n. 1, e0079, 2020. <https://doi.org/10.3390/f11010079>.
- Vanderschaaf, C. L. Predictive ability of mixed-effects height–diameter models fit using one species but calibrated for another species. **Forest Science**, v. 66, n. 1, p. 14–24, 2020. <https://doi.org/10.1093/forsci/fxz058>.
- Wagner, F.; Rutishauser, E.; Blanc, L.; Herault, B. Assessing effects of plot size and census interval on estimates of tropical forest structure and dynamics. **Biotropica**, v. 42, n. 6, p. 664–671, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00644.x>.