



MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM DIFERENTES FRAGMENTOS FLORESTAL NO DOMÍNIO FITOGEOGRÁFICO MATA ATLÂNTICA, UTILIZANDO A FUNÇÃO WEIBULL-3P

Marco Antonio Monte¹, Larissa Souza de Oliveira¹, Emanuel José Gomes de Araújo¹,
Marcel Carvalho Abreu¹, Rafaella de Angeli Curto¹, Danilo Henrique dos Santos Ataíde¹,
José Roberto Soares Scolforo²

1 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: marcomonte.ufrj@gmail.com; larissouza.floresta@gmail.com; ejgaraujo@gmail.com; marcelc.abreu@gmail.com; rafaellacurto@yahoo.com.br; daniloataide.florestal@gmail.com

2 Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil. E-mail: josescolforo@ufla.br
Autor correspondente: Marco Antonio Monte. E-mail: marcomonte.ufrj@gmail.com.

RESUMO

A função Weibull-3P, devido à sua flexibilidade, é amplamente utilizada na modelagem da distribuição diamétrica. Mas, poucos estudos comparam, simultaneamente, os resultados dos ajustes desta função em diferentes fragmentos florestais. Por isto, o objetivo deste estudo foi modelar a distribuição diamétrica de diferentes fragmentos florestais por meio da função Weibull-3P. Foram utilizados dados de cinco fragmentos florestais pertencentes à Floresta Estacional Semidecidual ($n > 2.500$ e $D \geq 5,0$ cm) amostrados no Inventário Florestal de Minas Gerais. A amplitude de classe foi igual a 5,0 cm. A função Weibull-3P foi ajustada com parâmetro de locação truncado à esquerda ($\gamma = 5,0$ cm). A aderência da função foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (5% de significância). As distribuições diamétricas obtidas foram representadas por uma exponencial negativa (J-invertido). Os valores dos parâmetros de forma (α) e de escala (β) variaram por fragmento florestal, apresentando relação com o número de indivíduos. Para α , os valores variaram de 1,0837 a 1,4620, enquanto para β , entre 4,0608 a 8,0103. Concluiu-se que o número de indivíduos influencia na estrutura diamétrica e nos valores dos parâmetros de forma e de escala da função Weibull.

Palavras-chave: Floresta estacional semidecidual; fragmentos florestais; teste de aderência; Weibull-3P

DIAMETRIC DISTRIBUTION MODELING IN DIFFERENT FOREST FRAGMENTS IN THE ATLANTIC FOREST PHYTOGEOGRAPHIC DOMAIN, USING THE WEIBULL-3P FUNCTION

ABSTRACT

The Weibull-3P function, due to its flexibility, is widely used in diametric distribution modelling. However, only some studies simultaneously compare the results of the adjustments of this function in different forest fragments. Therefore, this study aimed to model the diametric distribution of different forest fragments using the Weibull-3P function. Data from five forest fragments belonging to the Semideciduous Seasonal Forest ($n > 2,500$ and $D \geq 5.0$ cm) sampled in the Forest Inventory of Minas Gerais were used. The class amplitude was equal to 5.0 cm. The Weibull-3P function was fitted with a truncated location parameter on the left ($\gamma = 5.0$ cm). Function adherence was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test (5% significance). A negative exponential (inverted J) represented the obtained diametric distributions. The values of the shape (α) and scale (β) parameters varied by forest fragment, showing a relationship with the number of individuals. For α , the values ranged from 1.0837 to 1.4620, while for β , between 4.0608 and 8.0103. It was concluded that the number of individuals influences the diametric structure and the values of the shape and scale parameters of the Weibull function.

Key words: Semideciduous seasonal forest; forest fragments; Adherence test; Weibull-3P

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MENSURAÇÃO FLORESTAL



INTRODUÇÃO

O domínio fitogeográfico Mata Atlântica é formado por um conjunto de formações florestais (Campanili & Schäffer, 2010) conferindo-lhe alta diversidade e riqueza florística. Porém, levantamentos recentes indicam que a cobertura florestal é de, aproximadamente, 12,4% de sua extensão original (SOS Mata Atlântica & INPE, 2022); mas estes remanescentes estão representados por fragmentos florestais, em sua maioria, menores que 100 ha (Tabarelli *et al.*, 2012).

Esta grande redução de *habitats* da Floresta Atlântica impõe desafios para a biologia da conservação, mas constitui num grande laboratório científico (Laurence, 2009), no qual se é possível realizar inúmeras pesquisas que possibilitam o conhecimento das características intrínsecas das espécies florestais, como o caso da distribuição diamétrica. Segundo Arce (2004), a distribuição diamétrica é uma ferramenta prática e eficiente para a determinação da estrutura florestal.

A distribuição diamétrica em florestas inequidistantes é representada por uma exponencial negativa (J-invertido), com elevado número de indivíduos nas menores classes de diâmetro e redução do número de indivíduos nas maiores classes de diâmetro. As funções densidade de probabilidade (fdp) são as principais ferramentas utilizadas na modelagem da distribuição diamétrica, destacando as funções Weibull, Gamma, Beta, Sb de Johnson, etc. Dentre estas, a função Weibull tem sido frequentemente utilizada para modelar a estrutura diamétrica em floresta inequidistante (Orellana *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2016, entre outros), devido à sua flexibilidade de aderência. Porém, a maioria dos trabalhos sobre a distribuição diamétrica em fragmentos florestais analisam um único fragmento (Machado *et al.*, 2010; Dalla Lana *et al.*, 2013; Guilherme *et al.*, 2020, entre outros), não contemplando os efeitos de diferentes locais no padrão de distribuição diamétrica das espécies e como essas alterações podem influenciar nas estimativas dos parâmetros da função Weibull-3P.

Compreender e conhecer a distribuição do diâmetro das espécies florestais em diferentes locais e realizar sua modelagem matemática, pode subsidiar importantes decisões sobre a conservação das espécies, pois o diâmetro tem alta correlação com outras variáveis dendrométricas. Também pode contribuir para o melhor entendimento da dinâmica da regeneração natural, principalmente àquelas que ocorrem em pequenos fragmentos que, segundo Tabarelli *et al.* (2012), são locais com capacidade limitada de reter espécies e de fornecer serviços ambientais essenciais às populações humanas.

Desta forma, o presente estudo objetiva realizar a modelagem da distribuição diamétrica em diferentes fragmentos florestais no domínio fitogeográfico Mata Atlântica, utilizando a função Weibull-3P.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com dados coletados no Inventário Florestal de Minas Gerais (IFMG), em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. Os fragmentos selecionados estão localizados nos municípios de: Patos de Minas, Diogo Vasconcelos, Lavras, Delfinópolis e Jequitinhonha. Estes locais foram selecionados por apresentarem elevado número de indivíduos amostrados: 2.522, 3.112, 3.469, 3.756 e 10.509, respectivamente. O diâmetro máximo dos indivíduos foi de: 79,4; 75,4; 72,3; 69,4 e 64,3 cm, respectivamente nos locais supracitados.

Utilizaram-se todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,30m do solo ($D \geq 5,0$ cm). Os diâmetros foram agrupados em classes diamétricas, com amplitude de classe igual a 5,0 cm. Para cada distribuição diamétrica ajustou-se a função Weibull-3P (Equação 1).

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta} \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^{\alpha-1} e \left[- \left(\frac{x-\gamma}{\beta} \right)^\alpha \right] \quad (1)$$

Em que: x – Centro de classe de diâmetro (cm); α = parâmetro de forma; β = parâmetro de escala; γ = parâmetro de locação.

O parâmetro de locação (gama) foi truncado à esquerda considerando o valor 5,0 cm, que corresponde ao valor do diâmetro mínimo de inclusão. A aderência entre as distribuições observada e teórica foi comparada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) (5% de significância). Essas análises foram realizadas utilizando-se o EasyFit Professional versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de classes da distribuição diamétrica variou de 12 a 15, porém, apresentou relação inversa com o número de indivíduos: nos fragmentos com menor densidade de indivíduos (Patos de Minas e Diogo Vasconcelos) a distribuição diamétrica foi composta por 15 classes. Nesses locais o número de indivíduos foi de 2.522 e 3.112, respectivamente. Nos fragmentos localizados em Lavras, Delfinópolis e Jequitinhonha, o número de classes foi de 14, 13 e 12, respectivamente, sendo que o número de indivíduos foi de 3.469, 3.756 e 10.509. Como a variação no diâmetro máximo nos diferentes fragmentos não foi acentuada (variação de 64,3 a 79,4 cm), a frequência nas primeiras classes de diâmetro foi mais elevada em locais com menor número de classes (Figura 1).

Os valores dos parâmetros de forma variaram de 1,0837 e 1,4620, enquanto os de escala variaram de 4,0668 a 8,0103 (Tabela 1). Ambos os parâmetros foram influenciados pelo número de indivíduos: o parâmetro de forma apresentou correlação de 0,94, enquanto o de escala a correlação foi negativa (-0,77).

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

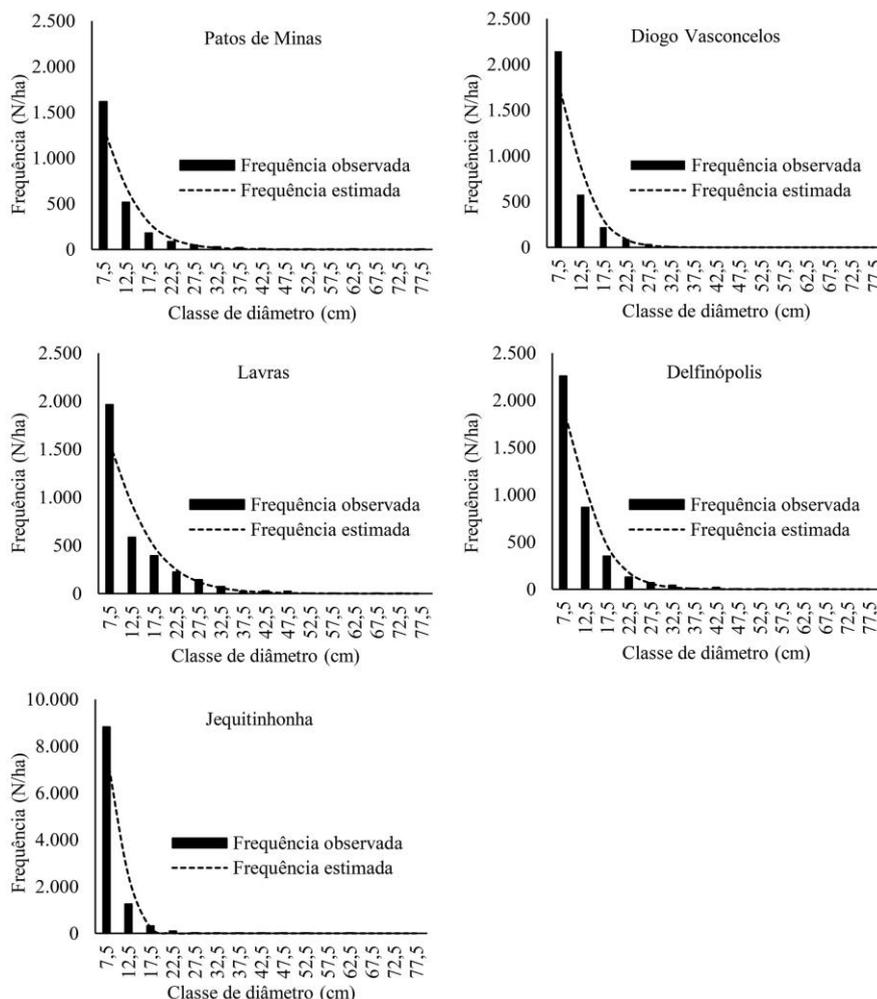


Figura 1. Distribuição diamétrica (observada e estimada) em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, em Minas Gerais

Tabela 1. Coeficientes da função Weibull-3P e do teste de Kolmogorov-Sminorv para a distribuição diamétrica em cinco fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, em Minas Gerais

Municípios	Coeficientes			Teste KS
	Alfa	Beta	Gama	
Patos de Minas	1,1062	6,4394	5	0,34467 ns
Diogo Vasconcelos	1,2066	5,6528	5	0,37779 *
Lavras	1,0837	8,0103	5	0,31959 ns
Delfinópolis	1,1810	6,6187	5	0,32972 ns
Jequitinhonha	1,4620	4,0668	5	0,45140 *

ns = não significativo; * = significativo à 5% de probabilidade

A aderência foi não significativa em três fragmentos, que apresentaram proporção entre as frequências nas sucessivas classes diamétricas mais homogênea. Em dois fragmentos a aderência foi significativa. Como o teste de KS se baseia na comparação da maior distância entre a frequência empírica e teórica a um valor estatisticamente nulo, a função Weibull-3P não conseguiu representar adequadamente a distribuição de diâmetro, pois houve forte assimetria na distribuição diamétrica, representada pelas maiores frequências nas primeiras classes.

VI Encontro Brasileiro de Mensuração Florestal

Alguns estudos apontaram a melhor aderência da função Weibull-3P na modelagem da distribuição diamétrica em florestas inequiâneas (Cysneiros *et al.*, 2017; Guilherme *et al.*, 2020; entre outros), devido sua flexibilidade em representar diferentes tipos de distribuições (distribuição tipo I, tipo II e tipo III). Entretanto, verificou-se que em algumas situações a função Weibull-3P pode não representar adequadamente a estrutura diamétrica de determinado fragmento florestal.

CONCLUSÃO

O número de indivíduos em cada fragmento influencia na estrutura diamétrica.

Os parâmetros de forma apresentam correlação positiva com número de indivíduos, enquanto o de escala possui correlação negativa.

A função Weibull-3P não é capaz de modelar todas as distribuições diamétricas em florestas inequiâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, J. E. Modelagem da estrutura de plantios clonais de *Populus deltoides* Marsh. através de distribuições probabilísticas. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 149-164, 2004. <https://doi.org/10.5902/198050981790>.
- Campanili, M.; Schäffer, W. B. **Mata Atlântica**: manual de adequação ambiental. Brasília: MMA; SBF, 2010. 96p. (Série Biodiversidade, 35). Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/adequao_ambiental_publicao_web_202.pdf. Acesso em: 25 Jun. 2023.
- Carvalho, M. C.; Gomide, L. R.; Ferraz Filho, A. C.; Lacerda, W. S.; Jarochinski e Silva, C. S. Modelagem da distribuição diamétrica de florestas tropicais. **Enciclopédia Biosfera**, v.13 n. 24, p. 731-745, 2016. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2016B_069.
- Cysneiros, V. C.; Amorim, T. A.; Mendonça Júnior, J. O.; Gaudi, T. D.; Moraes, J. C. R.; Braz, D. M.; Machado, S. A. Distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Densa no Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 89, p.1-10, 2017. <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.89.1070>
- Dalla Lana, M.; Silva Brandão, C. F. L.; Péllico Netto, S.; Marangon, L. C.; Retslaff, F. A. S. Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de Floresta Ombrófila Densa-Igarassu, PE. **Floresta**, v. 43, n. 1, p.59-68, 2013. <https://doi.org/10.5380/rf.v43i1.25252>.
- Fundação SOS Mata Atlântica – SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica–Período 2020-2021. São Paulo: SOS Mata Atlântica; INPE, 2022. 72p. (Relatório Técnico). Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Sosma-Atlas-2022-1.pdf>. Acesso em: 22 Jun. 2023.
- Guilherme, S. S.; Ataíde, D. H. S.; Silva, L. C.; Rocha, P. V.; Curto, R. A.; Araújo, E. J. G. Aderência de funções de distribuição diamétrica em diferentes amplitudes de classes de um fragmento de floresta inequiânea. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 2, p.239-245, 2020. <https://doi.org/10.5380/biofix.v5i2.71815>.
- Machado, S. A.; Santos, A. A. P.; Nascimento, R. G. M.; Augustynczyk, A. L. D.; Zamin, N. T. Modelagem da distribuição diamétrica de quatro espécies de *Lauraceae* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 1, p. 91-105, 2010. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/455/1138>. Acesso em: 25 Jun. 2023.
- Orellana, E.; Figueiredo Filho, A.; Péllico Netto, S.; Dias, A. N. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p.297-308, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200010>.
- Tabarelli, M.; Aguiar, A. V. Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P. A conversão da Floresta Atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interciência**, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.