

Nota Técnica

Efeitos dos tratamentos silviculturais na dinâmica da distribuição diamétrica em uma área de floresta tropical amazônica com o uso da função Weibull

Effects of silvicultural treatments on the dynamics of diametric distribution in an area of the Amazon rainforest using the Weibull function

Jacob Miguel Bila^I 
Carlos Roberto Sanquetta^{II} 
Ana Paula Dalla Corte^{II} 
Lucas José Mazzei de Freitas^{III} 

^IInstituto de Investigação Agrária de Moçambique, Maputo, MP, Moçambique

^{II}Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

^{III}Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, Brasil

RESUMO

Este trabalho analisou as distribuições diamétricas antes e após intervenções silviculturais em uma área de floresta tropical úmida da Amazônia no estado do Amapá, Brasil. O objetivo consistiu em entender de que modo a distribuição diamétrica da floresta foi recuperada depois dos tratamentos silviculturais entre 1984 e 2011, um intervalo de 27 anos. Para essa finalidade, dados de 40 parcelas permanentes foram utilizados. A função Weibull da distribuição diamétrica nos anos de 1984, 1990 e 2011 foi ajustada aos tratamentos controle T0 (0% de exploração e 0% de desbastes), T07 (25% de exploração e 50% de desbastes) e T11 (35% de exploração e 50% de desbastes) através do pacote estatístico Table Curve. As comparações das distribuições diamétricas antes e depois das intervenções silviculturais foram feitas usando o teste de χ^2 . Os resultados mostraram que os ajustes da função Weibull obtiveram boa aderência pelo teste de Kolmogorov-Smirnov ($p > 0,05$), em todos os tratamentos e em todos os períodos. Não houve diferenças significativas antes e depois das intervenções para T0. Por outro lado, foram observadas diferenças das distribuições diamétricas antes e depois das intervenções conforme os níveis de intervenção para T7 e T11. Portanto, para T11, a distribuição diamétrica recuperou-se depois das intervenções, o que significa que o período de 1984 a 2011 foi suficiente para a recuperação da distribuição diamétrica ao seu estado inicial.

Palavras-chave: Níveis de exploração; Desbastes; Função densidade de probabilidade

ABSTRACT

This study analyzed the diametric distributions before and after forest management in a rainforest area of the Amazon in the Amapá State, Brazil. It aimed to understand how the diametric distribution of the forest was recovered after 27 years of forest management between 1984 and 2011. For this purpose, data from 40 permanent plots were used. The Weibull function for the diametric distribution was fitted to data from 1984, 1990, and 2011 by applying the Table Curve statistical package over the control treatments T0 (0% exploration and 0% thinning), T07 (25% exploration and 50% thinning), and T11 (35% exploration and 50% thinning). Comparisons between the diametric distributions before and after the forest management were conducted using the χ^2 test. After fitting the Weibull function, the results showed good adherence by the Kolmogorov-Smirnov test ($p > 0.05$) for all treatments and periods. There were no differences in the diametric distributions before and after management for T0. In contrast, diametric distributions were different before and after forest management regarding the intervention levels for T7 and T11. Therefore, for T11, the diametric distribution recovered after management, indicating that forest management during 1984-2011 was enough to recover the diametric distribution to its initial state.

Keywords: Exploitation levels; Thinning; Probability density function

1 INTRODUÇÃO

Os modelos de crescimento e produção florestal são de grande importância para descrever a estrutura e o comportamento de florestas. Eles também são úteis para realizar o prognóstico da produção com base em funções de distribuição, auxiliando assim na definição de estratégias antecipadas de manejo (STEPKA *et al.*, 2011; CASTRO *et al.*, 2013).

A distribuição diamétrica é uma característica imprescindível e de fácil uso para caracterizar a estrutura de uma floresta. De modo geral, o diâmetro possui uma correlação forte com outras variáveis importantes como altura, volume, valor, custo de conversão e tipificação de produtos (STEPKA *et al.*, 2011).

Tal distribuição também serve como um indicador da estrutura do estoque de crescimento, permitindo ao pesquisador com certa experiência elaborar conclusões a respeito da estrutura da floresta. De acordo com Wendling *et al.* (2011) e Orellana *et al.* (2014), a distribuição da probabilidade de Weibull pode ser utilizada como uma base para o sistema de predição do crescimento e produção por classe diamétrica.

Recentemente, esta distribuição é a mais amplamente utilizada em artigos científicos, sendo a popularidade deste método baseada em sua simplicidade e flexibilidade relativas. Assim, este estudo analisou a distribuição diamétrica antes e depois da exploração madeireira em uma área de floresta tropical úmida da Amazônia no estado do Amapá, Brasil, entre 1984 e 2011, representando um intervalo de 27 anos. O objetivo foi verificar se houve diferenças na distribuição diamétrica ao longo deste período. Em outras palavras, o intuito foi avaliar se a área analisada de floresta conseguiu recuperar a sua estrutura diamétrica depois de um determinado período em que intervenções silviculturais foram realizadas.

Sendo assim, este trabalho possui grande relevância para os órgãos responsáveis pela atribuição de licenças de exploração no Brasil, visto que o método empregado permite conhecer o nível de intervenção que deve ser conduzido na floresta. Além disso, os presentes resultados mostram por quanto tempo a floresta deve ficar em pousio para recuperar a sua distribuição diamétrica até ao seu estado inicial antes das intervenções silviculturais. Esses fatores são fundamentais porque a recuperação da distribuição diamétrica na autorização da exploração em áreas já exploradas é raramente considerada. A hipótese testada no presente estudo foi de que a distribuição diamétrica 27 anos após tratamentos silviculturais seria igual ao seu estado inicial, antes destas intervenções.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A área do experimento localiza-se no município de Vitória do Jari, estado do Amapá, a qual foi estabelecida pela Embrapa Amazônia Oriental na antiga Companhia Florestal Monte Dourado. As coordenadas da área são 52°20'W (longitude) e 00°55'S (latitude), em uma altitude de cerca de 150 m (AZEVEDO *et al.*, 2012). O clima é do tipo Ami segundo a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 25,8 °C. De

acordo com Azevedo (2006), a precipitação média anual é de 2.234 mm, com período chuvoso entre dezembro e maio e período seco entre junho e setembro, no qual a precipitação chega a ser inferior a 8% do volume anual de chuvas. O relevo da área é plano e o solo é do tipo Latossolo Amarelo Álico com textura muito argilosa, associado com Latossolo Vermelho — Amarelo Álico com textura muito argilosa (AZEVEDO *et al.*, 2012). A vegetação é do tipo Floresta Tropical Densa de Terra Firme ou Floresta Ombrófila Densa (VATRAZ *et al.*, 2018).

2.2 Implantação do experimento

Os dados foram obtidos a partir de 40 parcelas permanentes com área de 1 hectare cada. Essas parcelas permanentes foram estabelecidas em 1984 no experimento denominado *Determinação da intensidade ideal de exploração para fins de manejo policíclico da floresta úmida densa*, pertencente ao antigo projeto *Técnicas de Manejo para Florestas Tropicais Úmidas da Amazônia visando Rendimento Sustentado*. Atualmente, este projeto é denominado *Projeto Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) – Manejo sustentável de florestas de produção em escala comercial na Amazônia brasileira*, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental. O diâmetro mínimo de 20 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) foi usado para o levantamento de dados.

2.3 Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica foi determinada com base no método de Sturges para cada grupo identificado, nos anos de 1984, 1990 e 2011 antes e depois da exploração, conforme a Equação (1) abaixo:

$$K = 1 + 3,322 * \ln(n) \tag{1}$$

Em que: K = número de classes; n = número de indivíduos amostrados.

2.3.1 Ajuste da função Weibull

A distribuição diamétrica estimada foi determinada usando o ajuste da função densidade de probabilidade, a partir de dados provenientes do experimento nos intervalos de tempo antes e depois da exploração nos anos de 1984, 1990 e 2011.

Os tratamentos utilizados nesta análise foram os seguintes: tratamento T0 (0% de exploração e 0% de desbastes), T07 (25% de exploração e 50% de desbastes) e T11 (35% de exploração e 50% de desbastes). A partir da análise de variância de todos os tratamentos e em todos os períodos, esses três tratamentos foram identificados em relação à produtividade: melhor produtividade, produtividade média e baixa produtividade, respectivamente. Os ajustes da distribuição diamétrica foram realizados por máxima verossimilhança no programa *Table Curve 2D V3.1*. A Tabela 1 apresenta os tratamentos selecionados e o número de árvores por unidade de área nos anos antes e depois da exploração em 1984, 1990 e 2011.

Tabela 1 – Número de árvores observadas por tratamento nos anos de 1984, 1990 e 2011

Anos	Tratamento T0	Tratamento T07	Tratamento T11
	Controle	25% de exploração; 50% de desbaste	35% de exploração; 50% de desbaste
1984	195	175	172
1990	191	162	159
2011	207	157	175

Fonte: Autores (2021)

A distribuição de Weibull 3P utilizada neste trabalho pode assumir várias formas conforme os coeficientes, com bom ajuste para os dados de florestas nativas e plantadas (ORELLANA *et al.*, 2014). Vários autores obtiveram bons resultados com o uso da função Weibull no ajuste da distribuição diamétrica. Por exemplo, Silva (2012) e Binoti *et al.* (2014) observaram que a função Weibull foi a mais adequada para a projeção da distribuição diamétrica [Equação (2)]. Dessa forma, a escolha desta

função para o presente estudo baseou-se em sua ampla utilização na literatura de áreas florestais. Segue a função, Equação (2):

$$F(X) = \frac{\gamma}{\beta} \left(\frac{d-\alpha}{\beta} \right)^{\gamma-1} e \left[- \left(\frac{d-\alpha}{\beta} \right)^{\gamma} \right] \quad (2)$$

Em que: α = parâmetro de locação no início da curva; β = parâmetro de escala da curva; γ = parâmetro de forma que define o tipo de curva; d = diâmetro (cm).

O teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi usado para testar a aderência dos modelos. Este teste considera a maior diferença entre duas distribuições segundo as Equações (3) e (4).

$$D = \text{máximo} \left| \frac{F_{\text{obs}}(X) - F_{\text{est}}(X)}{n} \right| \quad (3)$$

Em que: $F_{\text{obs}}(x)$ = frequência acumulada observada; $F_{\text{est}}(x)$ = frequência estimada para cada classe; D = ponto de maior divergência.

$$Dn(5\%) = \frac{1,36}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Em que: Dn = valor tabelado ao nível α de probabilidade para n indivíduos; n = número total de árvores.

2.3.2 Comparação da distribuição diamétrica

Os dados das distribuições diamétricas estimadas foram utilizados nesta comparação, uma vez que as frequências observadas antes e depois da exploração representam os efeitos experimentais. Ajustando a distribuição de Weibull aos dados, as frequências esperadas que representam um processo limite das frequências diamétricas são obtidas. Ou seja, as frequências esperadas representam a expectativa

matemática das frequências na população amostrada. A comparação das frequências esperadas das duas distribuições ajustadas é mais representativa das populações avaliadas nas duas ocasiões.

A distribuição diamétrica estimada foi determinada usando o ajuste da função densidade de probabilidade, a partir de dados coletados no experimento nos intervalos de tempo antes e depois da exploração nos períodos de 1984, 1990 e 2011 para os três tratamentos identificados (T0, T 07 e T11).

O teste de χ^2 é utilizado para comparar a distribuição de diversos acontecimentos em diferentes amostras, de modo a avaliar se as proporções observadas destes eventos mostram ou não diferenças significativas, ou se as amostras diferem significativamente quanto às proporções desses acontecimentos, conforme a Equação (5).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(o-e)^2}{e} \quad (1)$$

Em que: χ^2 = teste de Qui-quadrado o = frequência observada para cada classe; e = frequência esperada para aquela classe.

O teste de hipótese foi realizado comparando o χ^2 calculado, obtido diretamente dos dados das amostras, e o χ^2 tabelado, que depende do número de graus de liberdade e do nível de significância adotado. Se o χ^2 calculado \geq χ^2 tabelado, rejeita-se a hipótese nula de que as frequências são homogêneas e aceita-se a hipótese alternativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estatísticas de ajuste

A Tabela 2 apresenta os coeficientes de ajuste e o coeficiente de determinação (R^2_{aj}) para os três tratamentos definidos e medidos em 1984, 1990 e 2011. Os valores de R^2_{aj} para todos os períodos em análise e para todos os tratamentos foram sempre

acima de 0,99, significando um bom ajuste. A função Weibull é destacada com ênfase na área florestal por ser uma função simples, flexível e com correlação alta dos seus parâmetros com variáveis dendrométricas importantes dos povoamentos (ORELLANA *et al.*, 2014). Essa distribuição foi aplicada aos dados amostrais da Floresta Ombrófila Densa. O ajuste resultante foi considerado excelente e representativo da distribuição diamétrica.

Tabela 2 – Coeficientes de ajustes e coeficiente de determinação das Distribuições de Weibull 3P em cada tratamento nos anos de 1984, 1990 e 2011

Tratamento	Controle			25% de exploração; 50% de desbaste			35% de exploração; 50% de desbaste		
	ANO	1984	1990	2011	1984	1990	2011	1984	1990
α	0,8911	-2,1609	-0,2750	-1,3177	-2,1415	-2,9868	-1,0088	-2,0797	-0,8337
β	0,2545	0,8901	0,4255	0,4152	0,8603	1,4899	0,2319	0,7830	0,2795
γ	0,4991	0,7866	0,5963	0,5799	0,7684	1,0240	0,5173	0,7831	0,5412
R ² aj	0,9981	0,9995	0,9974	0,9995	0,9997	0,995	0,9973	0,9967	0,997

Fonte: Autores (2021)

Em que: α , β , γ = parâmetros; R²aj = coeficiente de determinação ajustado.

A distribuição diamétrica ajustada pela função Weibull nos três tratamentos e períodos analisados aderiu à distribuição diamétrica observada pelo teste K-S ($p > 0,05$) (Tabela 3). Este teste indicou que a função Weibull teve bons resultados no ajuste de dados obtidos em cada tratamento e em cada período de medição, pois os valores críticos de K-S foram maiores que os valores calculados de K-S. Isto é, quando o valor crítico é maior que o valor calculado, a distribuição diamétrica estimada é aderente aos valores da distribuição diamétrica observada. O teste de aderência K-S é bastante utilizado na área florestal, principalmente em estudos de comparação de modelos de distribuição e produção de povoamentos florestais (GOMIDE *et al.*, 2009; ARAÚJO JUNIOR *et al.*, 2010; STEPKA *et al.*, 2011; EBLING *et al.*, 2014).

No presente estudo, este teste foi aplicado ao ajuste da distribuição diamétrica e a diferença foi aderente aos dados. O teste de aderência K-S é um teste não paramétrico e uma das vantagens de utilizá-lo é que dispensa a normalidade

nos dados. Além disso, ele independe da forma da população da qual a amostra foi obtida. Além disso, o teste K-S é de fácil aplicação e exige um volume baixo de cálculos (VIALI, 2008).

Tabela 3 – Teste de Kolmogorov-Smirnov da função ajustada em cada tratamento nos anos de 1984, 1990 e 2011

Teste estatístico	Controle			25% de exploração; 50% de desbaste			35% de exploração; 50% de desbaste			
	ANO	1984	1990	2011	1984	1990	2011	1984	1990	2011
D. calculado		0,0170*	0,0079*	0,0187*	0,0107*	0,0066*	0,0140*	0,0161*	0,0123*	0,0181*
D. crítico (5%)		0,0487	0,0487	0,0487	0,0487	0,0487	0,0487	0,0487	0,0487	0,0487

Fonte: Autores (2021)

3.2 Distribuição diamétrica de valores observados e estimados

A Tabela 4 apresenta as frequências estimadas e observadas em cada tratamento e em cada período analisado. Ao analisar a distribuição diamétrica estimada em 1984, 1990 e 2011, nota-se que as primeiras classes diamétricas apresentaram um maior número de árvores no período de 2011 em relação ao de 1984, tanto para T0 quanto para T11. A partir de classes diamétricas seguintes, o número de árvores da distribuição diamétrica estimada de 2011 teve um número menor de árvores em comparação às frequências da distribuição diamétrica de 1984. Esse resultado mostra que as intervenções feitas ao longo do experimento criaram condições suficientes para o aparecimento de uma regeneração natural. Por essa razão, após 27 anos, as primeiras classes diamétricas com o centro de classe 25 cm apresentaram um número maior de árvores e as classes seguintes apresentaram menor número de árvores.

Resultados semelhantes foram encontrados por Reis *et al.* (2014), em seu estudo sobre a dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. Os autores concluíram que as espécies não exploradas apresentaram acréscimo da densidade após a exploração florestal, principalmente nas classes de diâmetros menores. Já no presente estudo, os valores estimados de 2011 foram inferiores aos valores estimados de 1984 para T07, o que indica que a floresta ainda está em desenvolvimento.

Tabela 4 – Frequências observadas e estimadas por tratamento (T0, T07 e T11) nos anos de 1984, 1990 e 2011

Ano C.C	1984		1990		2011	
	V. observado	V. estimado	V. observado	V. estimado	V. observado	V. estimado
Tratamento	Controle					
25	407	405,99	379	378,17	430	428,43
35	166	172,71	181	185,43	181	191,25
45	92	86,95	100	95,18	108	96
55	60	48,38	54	50,52	61	51,98
65	25	28,8	25	27,52	25	29,71
75	17	18,02	14	15,31	11	17,69
85	7	11,71	6	8,67	9	10,88
95	3	7,85	3	4,99	1	6,87
105	2	5,39	2	2,91	2	4,44
115	1	3,78	1	1,71	0	2,92
125	1	2,7	1	1,02	0	1,96
Tratamento	25% Exploração + 50% Desbaste					
25	261	260,78	236	236,01	238	239,45
35	119	119,9	117	116,73	127	118,87
45	61	61,9	60	60,64	46	58,75
55	38	34,44	32	32,65	30	28,93
65	20	20,21	19	18,07	18	14,21
75	12	12,34	13	10,23	13	6,96
85	9	7,79	5	5,9	4	3,4
95	5	5,04	3	3,46	2	1,66
105	0	3,34	0	2,05	1	0,39
Tratamento	35% Exploração + 50% Desbaste					
25	264	263,15	242	241,03	297	296,29
35	109	115,26	110	116,23	110	116,34
45	68	58,78	70	58,83	67	54,34
55	35	32,87	27	30,84	24	28,15
65	15	19,59	15	16,62	16	15,65
75	12	12,24	7	9,15	7	9,16
85	9	7,93	6	5,14	3	5,58
95	3	5,29	2	2,93	1	3,51
105	1	3,36	0	1,69	0	2,27

Fonte: Autores (2021)

Em que: C.C = Centro de classe diamétrica.

3.3 Comparação das estruturas diamétricas antes e depois da exploração usando o teste de χ^2

O teste aplicado para a comparação da distribuição diamétrica antes e depois da exploração, a partir da comparação dos valores estimados em cada tratamento e em cada período (1984, 1990 e 2011) indicou influência dos tratamentos aplicados na distribuição diamétrica. Entretanto, não houve intervenções silviculturais e a distribuição diamétrica não foi significativa para T0, tanto para o período de seis anos após a exploração como para o de 27 anos após o acréscimo de desbastes (Tabela 5). Em relação ao tratamento médio com 25% de exploração e 50% de desbastes (T07), não foi verificada diferença da distribuição diamétrica no primeiro período de seis anos após o estabelecimento, com a exploração efetuada em 1985. Além disso, o mesmo aconteceu com o tratamento T11 — o melhor em produção de volume — 27 anos depois, pois o nível das intervenções silviculturais foi de tal maneira que ainda não foi suficiente o tempo de recuperação da floresta. Neste caso, o nível das intervenções foi mais acentuado em relação a T07, o que significa que a floresta precisa de mais tempo para a sua recuperação. Portanto, é possível afirmar que a distribuição diamétrica foi heterogênea entre 1984 e 1990.

Em relação ao melhor tratamento (T11; exploração de 35% e desbastes de 50%), o intervalo de tempo mostrou-se suficiente para a recuperação da floresta, o que significa que a distribuição diamétrica de 1984 foi igual à distribuição diamétrica observada 27 anos depois. As diferenças não significativas observadas na estrutura diamétrica em T07 e T11, antes e depois das intervenções, estão de acordo com o resultado encontrado por Bezerra *et al.* (2018), ao estudarem a estrutura e dinâmica de uma área manejada na Floresta Nacional do Tapajós. Os autores observaram que a extração de madeira não afetou a distribuição e que a floresta manteve a sua estrutura original em um período de três anos. Entretanto, o presente estudo destaca-se pela análise de dados provenientes de monitoramento por 27 anos, um intervalo de tempo nunca analisado até então.

O presente resultado sobre as diferenças significativas da distribuição diamétrica antes e depois das intervenções silviculturais (Tabela 5) deveu-se ao tempo de recuperação, o qual não foi suficiente para o nível de intervenção efetuado. Assim, foram encontradas diferenças significativas (teste de χ^2 ; $P= 0,05$) entre as distribuições nos períodos subsequentes às intervenções silviculturais, indicando que a população amostrada se encontra em desenvolvimento, achados semelhantes foram encontrados por Schikowski (2016). Portanto, foi possível identificar T11 como o melhor tratamento para estimular o crescimento rápido da Floresta Tropical Amazônica no presente estudo.

Tabela 5 – Comparação da estrutura diamétrica nos períodos antes e depois da exploração usando o teste de χ^2

Períodos	χ^2 calculado	χ^2 crítico (5%)	Decisão
T0 – 1984–1990	17,340	21,026	ns
T0 – 1984–2011	05,348	21,026	ns
T07 – 1984–1990	13,200	19,675	ns
T07 – 1984–2011	86,469	16,919	*
T11 – 1984–1990	21,684	19,675	*
T11 – 1984–2011	11,379	19,675	ns

Fonte: Autores (2021)

Em que: ns = não houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de χ^2 ; (*) = houve diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de χ^2 ; T0 84–90 = tratamento T0 entre 1984 e 1990; T0 84–11 = tratamento T0 entre 1984 e 2011; T07 84–90 = tratamento T07 entre 1984 e 1990; T07 84–11 = tratamento T07 entre 1984 e 2011; T11 84–90 = tratamento T11 entre 1984 e 1990; T11 84–11 = tratamento T11 entre 1984 e 2011.

4 CONCLUSÃO

As intervenções silviculturais influenciaram o tempo de recuperação da estrutura diamétrica de modo que, quanto maior o nível de intervenção, menor foi o tempo necessário para a sua recuperação. Isso ocorreu porque o espaço providenciado pelas intervenções silviculturais na floresta propiciou o surgimento de uma regeneração natural e também o crescimento em diâmetro.

O tratamento T11 com níveis de intervenção de 35% exploração e de 50% desbastes foi identificado como sendo o melhor para estimular o crescimento rápido da área de Floresta Ombrófila Densa analisada.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JUNIOR, C. A.; NOGUEIRA, G. S.; OLIVEIRA, M. L. R. de. MIRANDA, R. O. V de; CASTRO, R. V. O.; PELLI, E. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto em diferentes amplitudes de classe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 11, p. 1275-1281, 2010.

AZEVEDO, C. P. de. **Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação**. 2006. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

AZEVEDO, C. P.; SILVA, J. N. M.; SOUZA, C. R. de; SANQUETTA, C. R. Eficiência de tratamentos silviculturais por anelamento na floresta do Jari, Amapá. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 315-324, 2012.

BEZERRA, T. G.; LIMA, A. O. de S.; ARAÚJO, J. T. R. de; SANTOS, M. G. S.; NEVES, R. L. P.; MORAES, L. O. M.; MELO, L. de O. Estrutura e dinâmica de uma área manejada na floresta nacional do tapajós, **Agroecossistemas**, Belém, v. 10, n. 2, p. 94 – 112, 2018.

BINOTI, D. H. B.; BINOTI, S. M. L. M. da; LEITE, H. G. Projeção da distribuição diamétrica de povoamentos equiâneos utilizando a função Nakagami e Weibull. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 5, n. 2, p. 103-110, 2014.

CASTRO, R. V. O.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, F. B.; LEITE, H. G. Crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto estimados por duas categorias de modelos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p. 287-295, 2013.

EBLING, A. A.; PELISSARI, A. L.; ABRÃO, S. F.; BAMBERG, R. Prognose da estrutura diamétrica de remanescente de floresta com Araucária utilizando a função densidade de probabilidade Weibull. **Agroambiente**, Boa Vista, v. 8, p. 112-118. 2014.

GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise das estruturas diamétrica e hipsométrica de fragmentos florestais localizados na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais, Brasil. **Floresta**, Curitiba, V. 39, n. 2. p. 239-251, 2009.

ORELLANA, E.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; DIAS, A. N. D. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 297-308, 2014.

REIS, L. P.; RUSCHEL, A. R.; SILVA, J. N. M.; REIS, P. C. M. dos; CARVALHO, J. O. P.; SOARES, M. H. M. Dinâmica da distribuição diamétrica de algumas espécies de Sapotaceae após exploração florestal na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 57, n. 3, p. 234-243, 2014.

SCHIKOWSKI, A. B.; MARTINS, A. P. M.; SCHIAVO, B. N. De V.; STANG, M. B. CORTE, A. P. D.; PÉLLICO NETTO, S.; SANQUETTA, C. R. Dinâmica da distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* em um remanescente de floresta ombrófila mista no paraná. **Revista Brasileira de Biometria**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 163-182, 2016.

SILVA, F. Modelagem pré-colheita da estrutura diamétrica de plantios de *Pinus* spp. por meio de distribuições probabilísticas. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 381-390, 2012.

STEPKA, T. F.; LISBOA, G. DOS S.; KURCHAIT, S. M. Funções densidade de probabilidade para a estimativa da distribuição diamétrica em povoamento de *Eucalyptus* sp. na região centro sul do Paraná. **Ambiência**, Guarapuava, v.7, n. 3, p. 429-439, 2011.

VATRAZ, S.; SILVA, J. N. M.; ALDER, D. Competição versus crescimento de árvores em floresta ombrófila densa no estado do Amapá – Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1118-1127, 2018.

VIALI, L. **Teste de hipóteses não paramétricos**. Porto Alegre: UFRGS. 2008, 43 p.

WENDLING, W. T. EMERENCIANO, D. B.; HOSOKAWA, R, T. Ajuste da função de distribuição diamétrica Weibull por planilha eletrônica. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 2, p. 205-220, 2011.

Contribuição de Autoria

1 – Jacob Miguel Bila

Engenheiro Florestal, Dr., Investigador Assistente

<https://orcid.org/0000-0003-0026-8317> • jacobila@yahoo.com.br

Contribuição: Conceituação, Curadoria de dados, Análise Formal, Investigação, Metodologia, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

2 – Carlos Roberto Sanquetta

Engenheiro Florestal, PhD, Professor

<https://orcid.org/0000-0001-6277-6371> • carlos_sanquetta@hotmail.com

Contribuição: Conceituação, Análise Formal, Metodologia, Validação, Escrita – revisão e edição

3 – Ana Paula Dalla Corte

Engenheira Florestal, Dra., Professora

<https://orcid.org/0000-0001-8529-5554> • anapaulacorte@gmail.com

Contribuição: Análise Formal, Metodologia, Validação, Escrita – revisão e edição

4 – Lucas José Mazzei de Freitas

Engenheiro Florestal, PhD, Pesquisador

<https://orcid.org/0000-0002-1757-9472> • lucas.mazzei@embrapa.br

Contribuição: Análise Formal, Metodologia, Validação, Escrita – revisão e edição, Metodologia, Validação, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

Bila, J. M.; Sanquetta, C. R.; Corte, A. P. D.; Freitas, L. J. M. Efeitos dos tratamentos silviculturais na dinâmica da distribuição diamétrica em uma área de floresta tropical amazônica com o uso da função Weibull. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1684-1697, 2022. DOI 10.5902/1980509841284. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509841284>.