



Alterações temporais na distribuição diamétrica de teca em diferentes espaçamentos

Diogo Guido Streck VENDRUSCOLO^{1*}, Clebson Lima CERQUEIRA², João Paulo Sardo MADI², Raiane Scandiane da SILVA¹, Samuel de Pádua CHAVES e CARVALHO³, Reginaldo Antonio MEDEIROS⁴

¹Proterra – Projetos, Agrimensura & Ambiental, Alto Boa Vista, MT, Brasil. (ORCID: *; 0000-0002-7569-2967)

²Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil. (ORCID: 0000-0001-6427-9176; 0000-0002-9817-2657)

³Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil. (ORCID: 0000-0002-5590-9049)

⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil. (ORCID: 0000-0001-5222-2914)

*E-mail: diogoguido@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-7185-1492)

Recebido em 03/04/2019; Aceito em 23/01/2020; Publicado em 14/04/2020.

RESUMO: Objetivou-se neste estudo modelar e avaliar as alterações temporais da distribuição diamétrica em povoamentos experimentais de teca (*Tectona grandis* L.f) com diferentes espaçamentos implantados na região de Cáceres-MT. As avaliações foram realizadas aos 11, 16 e 17 anos de idade, com a base de dados proveniente da medição do diâmetro a 1,3 m de altura (dap) nas parcelas. Para a modelagem diamétrica, adotou-se a função Weibull com três parâmetros e a qualidade dos ajustes foi avaliada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. A função de Weibull com três parâmetros descreveu com precisão a distribuição diamétrica de teca em diferentes idades e espaçamentos. O aumento do espaçamento e da idade proporcionou um deslocamento modal para a direita em função do crescimento em dap das árvores. O ingresso de árvores nas sucessivas classes de diâmetro é menor em maiores densidades independentemente da idade, verifica-se que houve uma estagnação no crescimento nos diferentes tratamentos, com mais evidência para o mais adensado (3×2 m) indicando a necessidade de intervenção silvicultural por meio de desbastes.

Palavras-chave: *Tectona grandis*; densidade de plantio; modelagem diamétrica; manejo florestal.

Temporal changes in the diametric distribution of teak in different spacings

ABSTRACT: The objective of this study was to model and evaluate the temporal changes in the diametric distribution of experimental stands of teak (*Tectona grandis* L. f) in different spacings in the region of Cáceres-MT, Brazil. The evaluations were made at 11, 16 and 17 years of age, with the database coming from measurement of the diameter at 1.3m height (dbh) in the plots. For diametric modeling, we adopted the Weibull function with three parameters and the quality of the adjustments was by means of the Kolmogorov-Smirnov test. The Weibull function accurately described the diametric distribution of teak at different ages and spacings. The increase in spacing and age provide the modal shift to the right as a function of the growth in dbh of the trees. The entrance of trees in successive diameter classes is smaller in higher densities regardless of age, with more evidence for the denser one (3 × 2 m) indicating the need for silvicultural intervention through thinning.

Keywords: *Tectona grandis*; planting density; diametric modeling; forest management.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da modelagem é uma técnica comum no meio florestal, uma vez que utilizam modelos estatísticos para projeção da estrutura e da produção de povoamentos florestais, utilizando informações correntes para inferir sobre cenários futuros. Esses modelos são denominados de crescimento e produção, os quais podem ser classificados em nível de povoamento total, árvores individuais e modelos de distribuição por classe diamétrica (SCOLFORO, 2006; CAMPOS; LEITE, 2017).

A modelagem da distribuição de diâmetros (mdd) tem destaque importante para o manejo florestal de povoamentos equiâneos, principalmente para a quantificação por classe diamétrica, sendo útil por exemplo para a definição dos multiprodutos da madeira. Modelos de crescimento e

produção por distribuição diamétrica estimam o número de árvores por hectare por classe de diâmetros nas idades presente e futura. Posteriormente com o emprego de uma equação de volume ou afilamento pode-se estimar a produção por classe de diâmetro, subsidiando o planejamento da produção de multiprodutos da madeira (CAMPOS; LEITE, 2017).

A principal característica dos mdd é o emprego de um procedimento que se baseia no ajuste de uma função densidade de probabilidade (fdp) para descrever o comportamento atual e futuro da distribuição dos diâmetros em classes diamétricas previamente determinadas (ARAÚJO JUNIOR et al., 2013; CAMPOS; LEITE, 2017). A distribuição diamétrica é a frequência do diâmetro a 1,3 m de altura (dap) apresentado em um histograma, podendo

apresentar diferentes formas, como: exponencial negativa, unimodal, multimodal ou irregular, variando de acordo com a estrutura da floresta (ROBINSON, 2004).

No Brasil, diversos trabalhos avaliaram a eficiência de modelos probabilísticos para estimar a distribuição diamétrica de florestas plantadas (STEPKA et al., 2011; TÊO et al., 2012; ARAÚJO JUNIOR et al., 2013; SOUZA et al., 2016). Dentre esses, alguns foram realizados com a espécie *Tectona grandis* (teca), (NOGUEIRA et al., 2006; BINOTI et al., 2011; BINOTI et al., 2012; MADI et al., 2017). Porém, nota-se uma limitação de trabalhos que se refere a registros sobre as alterações temporais na distribuição diamétrica da espécie em diferentes espaçamentos, como o trabalho de Medeiros et al. (2017), o que torna estudos dessa natureza importantes para subsidiar maiores informações à respeito da cultura.

Dado o exposto objetivou-se neste trabalho modelar e avaliar as alterações temporais da distribuição diamétrica em povoamentos *Tectona grandis* em diferentes espaçamentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do local

O estudo foi realizado em uma área experimental com plantios de *Tectona grandis* (teca) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, campus Prof. Olegário Baldo na cidade de Cáceres, MT (Figura 1).

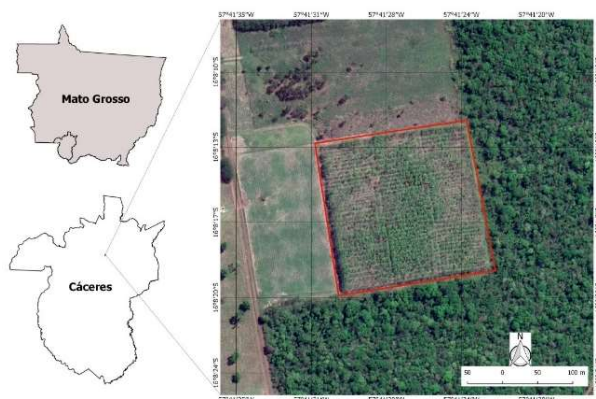


Figura 1. Localização da área dos povoamentos de *Tectona grandis*.
Figure 1. Location of the stands of *Tectona grandis*.

A região pertence à sub-bacia do alto do rio Paraguai, bacia do rio da Prata, Planície do Pantanal mato-grossense. O relevo é plano e o solo é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico segundo Passos et al. (2006). Conforme a classificação de Köppen o clima é tropical (Aw) com inverno seco, verão chuvoso e temperatura média anual de 26 °C, com máximas de até 41 °C. A pluviosidade anual é de 1.335 mm, concentrada principalmente entre os meses de dezembro até março (NEVES et al., 2011).

O plantio da teca foi realizado em covas de 40×40 cm, com mudas de origem seminal. No momento do plantio foi realizada adubação com 190 g de superfosfato simples e 10 g de Frited Trace Elements (FTE) BR-15. No primeiro ano foram realizadas três capinas e duas adubações de cobertura, uma aos 60 dias e outra aos nove meses, cada uma com 95 g por cova de NPK 20-05-20, mais 5 g por cova de FTE BR-15 (PASSOS et al., 2006).

A área corresponde a um plantio experimental em blocos ao acaso com quatro espaçamentos: 3×2 m; 4×2 m; 5×2 m e 6×2 m e três repetições. As parcelas são formadas por cinco linhas de plantio com 32 árvores cada. O tamanho das parcelas varia de acordo com o tratamento, sendo: 960, 1.280, 1.600 e 1.920 m² para os espaçamentos 3×2 m, 4×2 m, 5×2 m e 6×2 m, respectivamente.

As podas e desbrotas das árvores foram realizadas somente na fase inicial de estabelecimento da cultura, sendo aos 9, 14 e 22 meses de idade. Essas operações foram feitas com tesoura de poda, serrote ou motosserra Still 025 em casos de galhos mais grossos. Não foram realizados desbastes na área.

2.2. Dados e modelagem diamétrica

Para compor os dados do estudo foram amostradas três fileiras centrais dentro de cada parcela (excluindo assim, as árvores de borda das parcelas). A coleta foi realizada aos 11, 16 e 17 anos de idade dos povoamentos, sendo medido o diâmetro a 1,3 m de altura (dap) das árvores em todas as parcelas (Tabela 1). Posteriormente, para conhecer as características dos dados, estes foram submetidos a estatísticas descritivas.

Tabela 1. Total de árvores mensurada em cada idade por espaçamento de plantio.

Espaçamento (m)	Idade (anos)	N
3×2	11	263
	16	343
	17	312
4×2	11	529
	16	346
	17	311
5×2	11	273
	16	363
	17	328
6×2	11	269
	16	344
	17	310

N=número de árvores mensuradas.

Para modelagem da estrutura diamétrica, adotou-se como procedimento padrão o ajuste da função Weibull com três parâmetros (Equação 1). Esta função probabilística é de uso frequente para a modelagem da distribuição diamétrica, tanto em povoamentos equiâneos como inequiâneos (SCOLFORO, 2006; MIGUEL et al., 2010; ORELLANA et al., 2017; MADI et al., 2017).

$$f(x) = \frac{\gamma}{\beta} \left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right)^{\gamma-1} e^{-\left(\frac{x-\alpha}{\beta} \right)^{\gamma}} \quad (01)$$

em que: $f(x)$ = função de densidade da variável x ; x = diâmetro do centro de classe; α = parâmetro de localização; β = parâmetro de escala, γ = parâmetro de forma.

Para o ajuste das funções de densidade probabilidade os dados de dap observados nas diferentes idades e espaçamentos foram agrupados em classes de diâmetro com amplitude de 3 cm. A qualidade do ajuste das funções foi verificada por meio do teste de Kolmogorov- Smirnov, que analisou a aderência do modelo Weibull aos dados, visto que este teste é baseado na maior diferença entre duas

distribuições, que no presente estudo foi a observada e a estimada, sendo mais adequado para avaliação do ajuste das distribuições quando comparado a outros testes como G (Log. likelihood ratio) e o teste X^2 (Qui-quadrado) (SCOLFORO, 2006), em que o valor tabelado de 95% foi calculado pela fórmula $\frac{1,36}{\sqrt{n}}$, pois apresenta um número de observações (n) maior que 50, e uma vez que o valor calculado do teste for menor que o tabelado demonstra a aderência do modelo.

Todos os procedimentos estatísticos e as estimativas dos parâmetros da função de densidade probabilidade e posterior estimativa do número de árvores em cada classe, foram implementados em linguagem R de computação (R CORE TEAM, 2015).

3. RESULTADOS

Ao analisar as estatísticas descritivas foi possível observar que os tratamentos apresentaram diâmetros médios distintos, variando de acordo com a idade e espaçamento (Tabela 2). Observou-se que a média aritmética dos diâmetros apresentou valores semelhantes à mediana, o que indica que as distribuições se aproximam de uma distribuição normal. Uma tendência de assimetria negativa foi observada para todas as situações avaliadas, o que indica que a cauda do lado

esquerdo da densidade de probabilidade é maior do que a do lado direito. Uma maior assimetria negativa foi encontrada no espaçamento 3x2 m aos 11 anos de idade, e isso é explicado devido a elevada densidade que proporciona maior número de árvores nas menores classes de dap.

Todos os ajustes da função Weibull resultaram em aderência pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância, demonstrando que as frequências esperadas e observadas são similares sob o ponto de vista estatístico (Tabela 3).

A Figura 2 apresenta as distribuições diamétricas estimadas pela função de densidade probabilística para os povoamentos de *Tectona grandis* nas diferentes densidades de plantio. O modelo empregado neste estudo apresentou consistência biológica ao descrever as alterações na distribuição de diâmetros nos diferentes espaçamentos, pois a medida que diminui a densidade a moda se desloca para a direita, visto que há um aumento dos diâmetros médios de acordo com que se aumenta o espaçamento.

Observou-se uma similaridade entre as áreas das curvas de distribuição nos espaçamentos intermediários (4x2 e 5x2 m) nas idades de 16 e 17 anos, indicando que nessas densidades a resposta do crescimento em diâmetro foi semelhante, com destaque para idade de 16 anos.

Tabela 2. Estatísticas descritivas relacionadas ao diâmetro a 1,3 m de altura (dap) para *Tectona grandis* em diferentes idades e espaçamentos.
Table 2. Descriptive statistics related to the diameter at 1.3 m height (dbh) for *Tectona grandis* at different ages and spacings.

Espaçamento (m)	Idade (anos)	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão	Mediana	Moda	Curtose	Assimetria
3x2	11	14,30	5,40	22,90	3,10	15,30	14,2	3,57	-0,61
	16	15,90	5,40	23,70	3,20	15,9	14,6	3,84	-0,56
	17	17,14	6,40	24,90	3,48	17,30	18,1	3,27	-0,32
4x2	11	16,10	5,10	27,40	3,96	16,00	14,3	3,23	-0,001
	16	17,38	5,40	31,20	4,09	17,50	15,3	3,91	-0,31
	17	18,97	7,10	33,90	4,06	19,20	19,9	3,76	-0,21
5x2	11	16,07	5,20	27,70	3,33	16,20	15,3	3,84	-0,06
	16	17,75	5,80	29,90	4,12	17,80	17,4	3,26	-0,16
	17	19,38	7,30	31,40	4,28	19,50	20,2	2,91	-0,22
6x2	11	17,75	5,70	28,00	3,62	18,10	18,3	3,75	-0,52
	16	19,88	5,40	33,40	4,29	20,10	19,7	3,76	-0,49
	17	21,30	6,50	34,80	4,49	21,35	22,2	3,51	-0,41

Tabela 3. Parâmetros das distribuições de Weibull para *Tectona grandis* em diferentes idades e espaçamentos.
Table 3. Parameters of the Weibull distributions for *Tectona grandis* at different ages and spacings.

Espaçamento (m)	Idade (anos)	Parâmetros			Kolmogorov-Smirnov	
		β	γ	α	Tab (95%)	Calculado
3x2	11	21,333	7,674	4,90	0,0839	0,0217*
	16	21,277	7,296	4,90	0,0734	0,0180*
	17	18,140	5,517	5,90	0,0770	0,0279*
4x2	11	15,326	3,859	4,60	0,0591	0,0412*
	16	19,161	4,811	4,90	0,0731	0,0443*
	17	17,795	4,452	6,60	0,0771	0,0319*
5x2	11	14,551	4,354	4,71	0,0823	0,0282*
	16	17,657	4,375	5,31	0,0714	0,0184*
	17	18,851	4,584	6,82	0,0751	0,0141*
6x2	11	21,508	6,417	5,20	0,0829	0,0825*
	16	24,320	6,062	4,93	0,0733	0,0258*
	17	24,083	5,712	6,11	0,0772	0,0386*

a = Parâmetro de locação; β = parâmetro de escala; γ = parâmetro de forma; * = aderente a 5% de probabilidade.

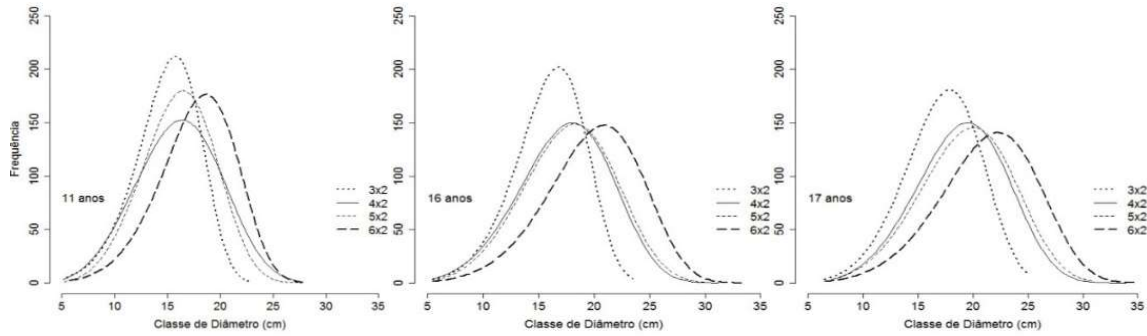


Figura 2. Distribuição diamétrica de *Tectona grandis* nos diferentes espaçamentos e idades.
Figure 2. Diametric distribution of *Tectona grandis* at different spacings and ages.

As diferenças dos valores da moda observada para o diâmetro entre o menor (3×2 m) e o maior (6×2 m) espaçamento chegam a apresentar 22,4%, 25,9% e 18,5% nas idades de 11, 16 e 17 anos respectivamente, indicando a influência da densidade sobre o diâmetro das árvores. Em relação as alterações temporais da distribuição diamétrica (Figura 3), observou-se que o diâmetro máximo representado pela cauda direita da curva de distribuição, aumenta de acordo com a idade.

As diferenças entre o diâmetro máximo na menor (11 anos) e maior (17 anos) idade chegam a representar valores de 8,0%, 19,2%, 11,8% e 19,5%, na ordem do menor para o maior espaçamento respectivamente. Percebeu-se que, o avanço da idade também promove o deslocamento da moda para a direita, fato observado nas curvas de distribuição de todos os espaçamentos.

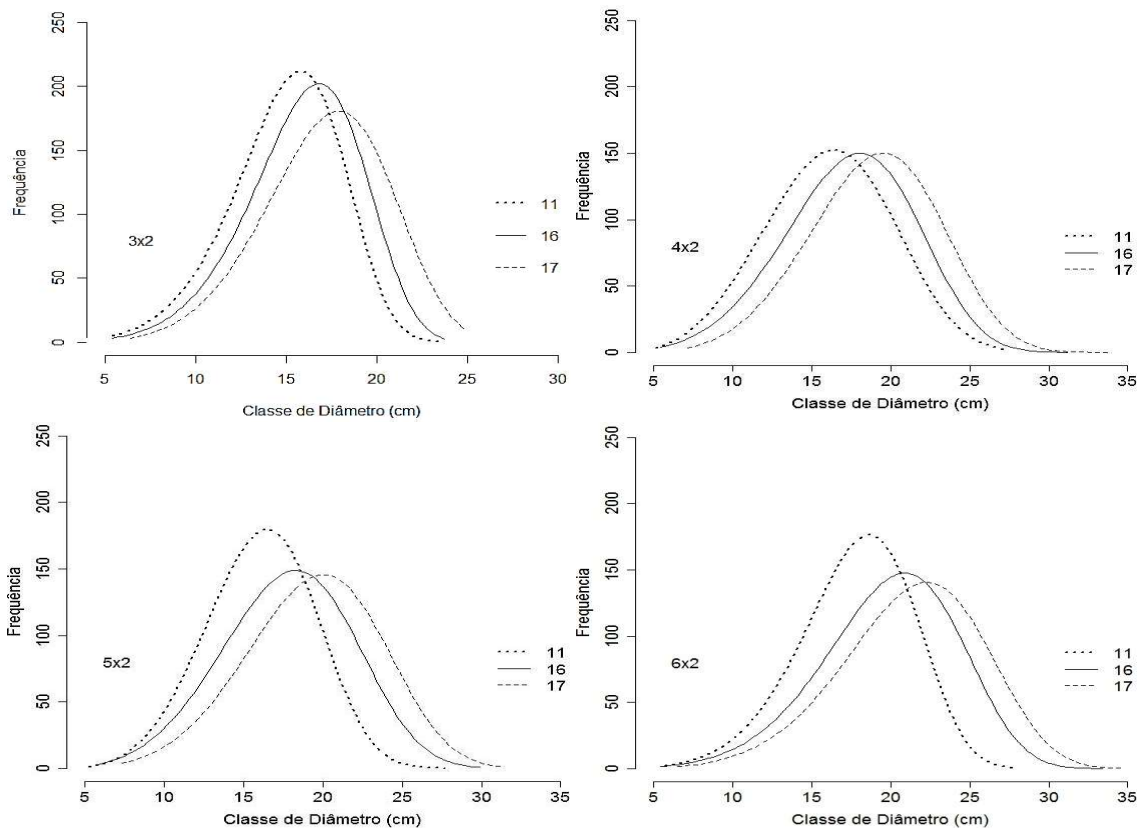


Figura 3. Distribuição diamétrica de *Tectona grandis* nas diferentes idades (11, 16 e 17 anos) e espaçamentos (3×2 m, 4×2 m, 5×2 m e 6×2 m).
Figure 3. Diametric distribution of *Tectona grandis* at different ages (11, 16 and 17 years) and spacings (3×2 m, 4×2 m, 5×2 m and 6×2 m).

4. DISCUSSÃO

O diâmetro das árvores de teca responde positivamente em incremento com o aumento da área disponível por planta, conforme já relatado por Silva et al. (2016), em que os autores enfatizam que a ocorrência de maiores valores médios de

diâmetro é encontrada em espaçamentos mais amplos, ou em povoamentos com regimes de desbastes efetivos.

Por meio da estatística descritiva do dap (Tabela 1), foram observadas algumas tendências particulares do povoamento florestal. Por exemplo, o coeficiente do momento de curtose

foi de aproximadamente 3 para todas as situações avaliadas (Tabela 2), configurando a distribuição como leptocúrtica, ou seja, mais afunilada que a distribuição normal, e isso infere que é relativamente frequente a presença de valores que não se aproximam da média (LOETSCH et al., 1973; MARANGON et al., 2016). Além disso, os valores de desvio padrão (variando de 3,10 à 4,49) corroboram com essa particularidade de distribuição o que sugere que as variâncias abrangem valores entre 9,6 e 20,1, ou seja, concentra valores de diâmetro mais próximos a média, configurando um maior número de árvores nas classes centrais.

Estudos de distribuições diamétricas apresenta diversas aplicações, servindo como um indicador do estoque em crescimento e da estrutura florestal (MACHADO et al., 2009). Dentre variadas funções de densidade de probabilidade, a função Weibull de três parâmetros utilizada neste estudo possui destaque em diversos trabalhos para modelagem da distribuição diamétrica. Miguel et al. (2010) ajustaram satisfatoriamente a função Weibull 3P para um povoamento de *Eucalyptus urophylla* e posterior prognose da produção. Binoti et al. (2010) comprovaram a flexibilidade da função Weibull 3P efetuando diferentes ajustes em plantio de eucalipto submetido a desbastes. Binoti et al. (2011) e Madi et al. (2017) mencionaram a eficiência dessa função para descrição da distribuição diamétrica em povoamentos de *Tectona grandis*.

A curva estimada pela função de Weibull aponta que no espaçamento mais adensado (3×2 m), há um menor ingresso de árvores nas sucessivas classes de diâmetro. Isso sugere que essa condição de densidade proporcionou a estagnação do crescimento mais precoce no povoamento, conforme também relatado por Medeiros et al. (2017) para teca. Ainda, segundo o autor, o regime de manejo com desbastes em povoamentos de teca, é fundamental para promover o ingresso das árvores em classes superiores de diâmetro.

Os espaçamentos intermediários (4×2 e 5×2 m) apresentaram similaridade entre as curvas de distribuição nas diferentes idades, denotando que a distância entre as plantas nas linhas influencia nos resultados, já que todos os espaçamentos avaliados têm a mesma distância entre as plantas. Medeiros et al. (2017) destacam ainda que o aumento da área útil por planta não implica diretamente em maior idade técnica de desbaste em teca. Os autores observaram que o espaçamento 5×3 m (15 m² planta⁻¹), apresentou estagnação do crescimento praticamente na mesma idade (6,5 anos) do que o 4×3 m (12 m²).

A dinâmica geral observada nas curvas de distribuição deste estudo, foi que nos três maiores espaçamentos (4×2, 5×2 e 6×2 m) há um maior número de indivíduos pertencentes às maiores classes de diâmetro, o que certamente está atrelada a maior disponibilidade de recursos de crescimento para cada planta (água, luz e nutrientes), enquanto no espaçamento mais adensado (3×2 m) verificou-se que os valores do parâmetro de forma (γ) diminuíram de forma expressiva com o aumento da idade, tornando mais acentuada a assimetria das curvas, o que sugere um aumento da competição entre as árvores, estagnação do crescimento e a necessidade de intervenção silvicultural, como aplicação de desbaste (NOGUEIRA et al., 2006; MEDEIROS et al., 2017).

Estudos realizados em povoamentos de teca demonstraram que a variável dap é afetada em primeira ordem quando as árvores estão sob competição em espaçamentos

adensados, por consequência acarretando em árvores com diâmetros menores (PELISSARI et al., 2013; SILVA et al., 2016).

As alterações temporais da distribuição diamétrica seguiu um padrão biológico típico para esse tipo de modelagem (NOGUEIRA et al., 2006; BINOTI et al., 2010; MEDEIROS et al., 2017). Verificou-se que a idade promove alterações na forma das curvas. Com isso, há um achatamento da curva, o que a torna mais platocúrticas por abrangerem um maior número de classes de diâmetros. Segundo Schneider; Schneider (2008), a idade é um dos principais fatores que influenciam a forma das curvas de distribuição de frequência pois pode ocorrer modificações na assimetria das mesmas à medida que os povoamentos envelhecem.

O avanço da idade, promovem um deslocamento para a direita dos valores da moda, conforme observado nas curvas de distribuição de todos os espaçamentos. Esse deslocamento também foi relatado por Leite et al. (2005); Nogueira et al. (2006); e Téo et al. (2012), estudando a tendência da distribuição diamétrica em povoamentos de *Eucalyptus* spp., *Tectona grandis* e *Pinus taeda*, respectivamente, em variadas regiões do Brasil. Observa-se em todas as situações do presente estudo que o incremento em diâmetro pode ser considerado baixo nos anos avaliados, principalmente no espaçamento 3 x 2 m, indicando a necessidade de intervenção silvicultural por meio de desbastes, pois segundo Nogueira et al. (2006), o desbaste, diminui a competição entre as árvores e aumenta a taxa de crescimento das árvores remanescentes.

5. CONCLUSÕES

A função de Weibull com três parâmetros mostrou-se flexível, sendo, portanto, indicada para descrever a distribuição diamétrica de *Tectona grandis* em diferentes idades e espaçamentos de plantio.

O aumento do espaçamento e da idade proporcionaram o deslocamento da moda para direita em função do ingresso das árvores nas sucessivas classes de diâmetro.

O ingresso de árvores nas sucessivas classes de diâmetro é menor nas maiores densidades independentemente da idade, com exceção do espaçamento 4×2 m que apresentou maior ingresso em relação densidade de 5×2 m aos 11 anos.

Para diferentes densidades, exceto para a densidade de 4×2 m, verificou-se achatamento da distribuição diamétrica à medida que o povoamento envelhece.

Houve estagnação no incremento dos diâmetros a medida que aumentou a idade nos diferentes espaçamentos, principalmente no espaçamento 3 x 2 m, havendo a necessidade de intervenção silvicultural por meio de desbastes.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO JUNIOR, C. A.; LEITE, H. G.; CASTRO, R. V. O.; BINOTI, D. H. B.; ALCÂNTARA, A. E. M.; BINOTI, M. L. M. S. Modelagem da distribuição diamétrica de povoamentos de eucalipto utilizando a função Gama. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 2, p. 307-314, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000200015>
- BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G.; FARDIM, L.; OLIVEIRA, J. C. Probability density

- functions for description of diameter distribution in thinned stands of *Tectona grandis*. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 2, p. 185-196, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000200002>
- BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; GUIMARÃES, D. P.; SILVA, M. L. M. da; GARCIA, S. L. R.; FARDIN, L. P. Eficiência das funções Weibull e Hiperbólica para descrição de distribuições diamétricas de povoamentos de *Tectona grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 299-306, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000200014>
- BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; SILVA, M. L. M.; GARCIA, S. L. R.; CRUZ, J. P. Uso da função Weibull de três parâmetros em um modelo de distribuição diamétrica para plantios de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 147-156, 2010. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000100016>
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017. 605 p.
- LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; CAMPOS, J. C. C.; SOUZA, A. L.; CARVALHO, A. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamento de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 271-280, 2005. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000200010>
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. München: BLV Verlagsgesellschaft, 1973. 2 v. 469 p.
- MACHADO, S. A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M.; FIGURA, M. A.; SILVA, L. C. R. da. MIGUEL, E. P.; TÊO, S. J. Distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 2, p. 103-110, 2009.
- MADI, J. P. S.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; SILVA, C. A.; LIMA M. P.; CARVALHO, S. P. C. Univariate models to represent the diametric distribution of thinned stand of *Tectona grandis* Linn. **F. Advances in Forestry Science**, Cuiaba, v. 4, n. 2, p. 119-123, 2017.
- MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. da; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da caatinga, semiárido Pernambucano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 863-874, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509824214>
- MEDEIROS, R. A.; PAIVA, H. N. de; LEITE, H. G.; SALLES, T. T.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A.; DÁVILA, F. S. Idade técnica do primeiro desbaste de povoamentos de teca em diferentes espaçamentos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 45, n. 116, p. 705-716, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n116.11>
- MIGUEL, E. P.; MACHADO, S. D. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARCE, J. E. Using the Weibull function for prognosis of yield by diameter class in *Eucalyptus urophylla* stands. **Cerne**, Lavras, v. 16, n.1, p. 94-104, 2010.
- NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades Agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.
- NOGUEIRA, G. S.; LEITE, H. G.; CAMPOS, J. C. C.; TAKIZAWA, F. H.; COUTO, L. Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Tectona grandis* submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 377 - 387, 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000300008>
- ORELLANA, E.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; DIAS, A. N. Métodos de ajuste e procedimentos de seleção de funções probabilísticas para modelar a distribuição diamétrica em floresta nativa de araucária. **Ciência Florestal**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 969-980, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/1980509828668>
- PASSOS, C. A. M.; BUFULIN JUNIOR, L.; GONÇALVES, M. R. Avaliação silvicultural de *Tectona grandis* L.f., em Cáceres – MT, Brasil: resultados preliminares. **Ciência Florestal**, Seropédica, v. 16, n. 2, p. 225-232, 2006. DOI: <https://dx.doi.org/10.5902/198050981901>
- PELISSARI, A. L.; CALDEIRA, S. F.; DRESCHER, R. Desenvolvimento quantitativo e qualitativo de *Tectona grandis* L.f. em Mato Grosso. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 3, p. 371-383, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.4322/loram.2013.027>
- R Core Team (2015). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- ROBINSON, A. Preserving correlation while modelling diameter distributions. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 34, n. 1, p. 221-232, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.1139/x03-191>
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2. ed. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2008. 566 p.
- SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2006. 393 p.
- SILVA, R. S.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; ROCHA, J. R. M.; CHAVES, A. G. S.; SOUZA, H. S.; MOTTA, A. S. Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L.f. em diferentes espaçamentos em Cáceres, MT. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 3, p. 397-405, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.143015>
- SOUZA, L. A.; MATIAS, H. B.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G.; MENDONÇA, A. R.; SILVA, G. F.; CRUZ, J. P. Funções densidade de probabilidade para a descrição da distribuição de diâmetros em povoamentos florestais desbastados. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 34, p. 421-434, 2016.
- STEPKA, T. F.; LISBOA, G. S.; KURCHAIT, S. S. 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.
- TÊO, S. L.; BIANCHI, J. C.; PELOSO, A.; NAVA, P. R.; MARCON, A.; EHLERS, T.; COSTA, R. H. da. Desempenho de funções de densidade probabilísticas para descrever a distribuição diamétrica de *Pinus taeda*, na região de Caçador, SC. **Floresta**, Curitiba, v. 42, p. 741-754, 2012.