

Funções de densidade de probabilidade para a estimativa da
distribuição diamétrica de plantios de
Calophyllum brasiliense Cambess.

Maria Cristina Bueno-Coelho¹

Mauro Luiz-Erpen²

José Imaña-Encinas³

Walberisa Magalhães-Gregório⁴

Mathaus Messias Coimbra-Limeira⁴

Resumen

El objetivo de este trabajo fue ajustar diferentes funciones de densidad probabilística para determinar una distribución diamétrica para una plantación de *Calophyllum brasiliense* Cambess a los 74 meses de edad. Se midieron 78 árboles con DAP entre 3,5 y 11,096 cm, con una promedio de 7,37 cm. Se evaluaron las funciones Weibull 2P, Normal y Log Normal utilizando el programa FiFd. La prueba Kolmogorov-Smirnov ($P > 0,01$) y el análisis gráfico se utilizaron para validar el ajuste de las funciones de densidad de probabilidad de los datos observados. Los resultados mostraron que la distribución diamétrica tiene asimetría unimodal positiva

Abstract

Probability density functions for the estimation of the diametric distribution of *Calophyllum brasiliense* Cambess

The objective of this work was to adjust different probability density functions to determine the diameter distribution of a planting *Calophyllum brasiliense* Cambess. at 74 months of age. 278 trees were measured with DBH ranging from 3.50 to 11.096 cm, yielding an average of 7.47 cm. functions were tested: 2P Weibull, Normal and Log Normal is set in FitFd software. The Kolmogorov-Smirnov test ($P > 0.01$) and graphical analysis were

1. Universidade Federal do Tocantins, Campus de Gurupi Rua Bajejós, Chácaras 69 e 72, Lt. 07.77402-970 - Gurupi, TO - Brasil - Caixa-Postal: 66; mariacristina@uft.edu.br

2. Instituto Federal do Tocantins; mauroluiz@ifto.edu.br

3. CATIE, Programa de Producción y Conservación de Bosques; jose.imana@gmail.com

4. Universidade Federal do Tocantins. walberisamg@hotmail.com; mathauslimeira2010@gmail.com

Recibido: 26/10/2016

Aceptado: 26/11/2016

o directa y platicurtica. El ajuste de los datos estimados por las funciones de densidad de probabilidad mostraron que las funciones probadas en este estudio pueden ser utilizadas para el modelado de la distribución diamétrica de *Calophyllum brasiliense* Cambess. en plantaciones comerciales, donde la función Weibull 2Pa mostro el mejor ajuste de los datos.

Palabras clave: Estructura horizontes, funciones de densidad de probabilidad, modelaje

Introdução

A estrutura diamétrica de uma floresta, sob o ponto de vista da produção, permite caracterizar e indicar o estoque de madeira disponível anterior a uma exploração, além de fornecer informações que auxiliem a tomada de decisões sobre a necessidade de reposição florestal (Scolforo et al., 1998; Pulz et al., 1999), inclusive permite a descrição de importantes características do povoamento e suas probabilidades e projeções através do tempo.

Machado et al. (2006) afirmam que a utilização das distribuições diamétricas possibilita a obtenção de subsídios capazes de proporcionar decisões na condução do povoamento como na aplicação de um plano de manejo mais adequado para a área pertinente. Netto (2008) indica que o planejamento da produção florestal e, a simulação de uma série de regimes de manejo, podem ser facilitadas pela avaliação da estrutura do povoamento por meio de modelos de produção por classe diamétrica, permitindo a análise mais detalhada da predição do porte das árvores do povoamento. A modelagem da distribuição de diâmetros em plantios florestais e povoamentos de eucalipto tem sido feita com base em predição ou projeção de parâmetros de uma distribuição estatística empregando-se modelos de regressão (Campos & Leite, 2013).

Sendo assim, o estudo da distribuição diamétrica, por meios de formulações matemáticas, pode ser um fator de relevante importância para o bom planejamento, e controle das atividades florestais a serem desenvolvidas, inclusive para o conhecimento das produções futuras, além de ser um instrumento para a predição da produção e o crescimento das árvores.

Este estudo objetivou ajustar as seguintes distribuições de densidade: Normal, Log Normal e Weibull 2P para avaliar a aderência dos dados de plantio comercial de *Calophyllum brasiliense* Cambess., na idade de 74 meses, buscando a que melhor possa representar as

used to evaluate the adhesion of the probability density functions of the observed data. The results showed that the diameter distribution was presented as unimodal, positive asymmetric or right and platykurtic. Adherence of values estimated by the probability density function showed that the functions tested in this study can be used for modeling the diametric distribution *Calophyllum brasiliense* Cambess. in commercial plantations and the Weibull function 2Pa that showed better adherence to the data.

Key words: Horizontal structure, probability density functions, modeling

condições locais do plantio, e possam ser usadas como modelos de prognose do crescimento e da produção.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em um plantio comercial de *Calophyllum brasiliense* Cambess. localizado no município de Dueré, sul do estado do Tocantins (Figura 1) na fazenda Reunidas, de propriedade da empresa JAMP-Agropecuária e Reflorestadora Ltda. Está situada a 225 metros de altitude, entre as coordenadas geográficas Latitude: 11°20'46" Sul e Longitude: 49°16'6" Oeste, distante 221 km da capital Palmas.

O clima da região é do tipo tropical C2wA'a", segundo a classificação de Koppen, sendo clima úmido a subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, distribuindo-se no verão em torno de 420 mm ao longo de três meses consecutivos, entre Julho a Setembro, com temperatura mais elevada em Setembro (temperatura média de 28,0 °C).

O solo do local onde está o plantio é classificado como Latossolos sendo que o plantio está localizado em uma área de várzea com inundação nos meses de Novembro a Fevereiro. São solos profundos e ocorrem em relevo com declives igual ou inferior a 5% (Sano et al., 2008). A região fitoecológica corresponde a área de cerrado (bioma do tipo savana que ocorre no Brasil, constituindo-se num dos seis biomas brasileiros, apresentando índices pluviométricos regulares que lhe propiciam uma grande biodiversidade, com predominância de vegetação xeromorfa dominada e marcada por estrato herbáceo (Sano et al., 2008).

Os dados obtidos para este estudo foram quando o plantio tinha 74 meses de idade, no ano de 2014.

Os 35 ha de plantio foram divididos em unidades de área fixa, denominadas primárias, nas dimensões de 40 x 32 m (1.280 m²) cada uma (Figura 2). O levantamento constituiu-se de 24 unidades amostrais primárias

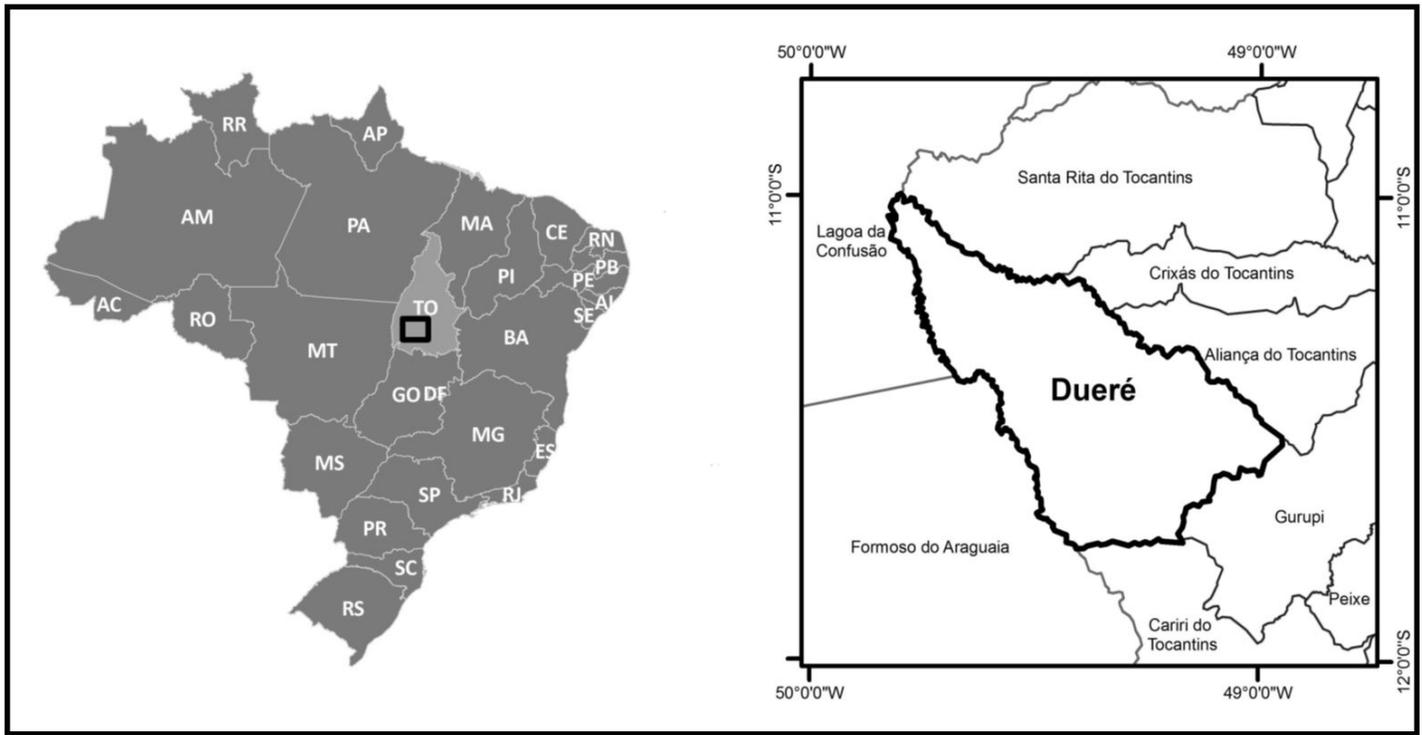


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio resaltando el estado de Tocantins y el municipio de Dueré.

Figure 1. Geographical location of the study area with Tocantins state and the municipality of Dueré.

(num total possível de 273) e quatro subunidades de 32 m² (em cada unidade primária) num total de 96 subunidades nas dimensões 8 por 4 m sendo que a primeira unidade amostral foi aleatorizada. Na unidade amostral primária foram medidas as quatro primeiras árvores da coluna, deslocando-se três linhas para direita com posterior medição das quatro seguintes árvores da coluna seguinte e assim sucessivamente até a quarta subunidade, perfazendo um total de 16 árvores medidas por unidade amostral (Pellico & Brena, 1993). A intensidade amostral foi de 0,96%.

A partir da obtenção dos diâmetros tomados a altura do peito (DAP ≥ 2 cm) e das alturas totais, foi feita a distribuição de frequência onde os dados foram agrupados em intervalos de classes de 2 cm, com a finalidade de realizar o ajuste das distribuições Weibull 2P, Normal e Log Normal.

Função Weibull 2P (dois parâmetros)

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

Em que: $f_{(x)}$ = frequência por unidade de área, b = parâmetro de escala, c = parâmetro de forma, x = variável de interesse (centro de classe), e = indica constante de Euler (2,7183).

Na distribuição Weibull 2P, os parâmetros foram estimados pelo Método dos Percentis (Scolforo, 2006).

Função Normal

$$f(x) = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\right) e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

em que: $f_{(x)}$ = frequência por unidade de área, x = centro de classe (cm), σ = desvio padrão, μ = média aritmética, e = indica constante de Euler (2,7183) e π = constante pi (3,1416).

Os parâmetros da função Normal foram ajustados a partir do Método dos Momentos

Função Log Normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma(x-\alpha)\sqrt{2\pi}} \exp -\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x-\alpha) - \mu}{\sigma}\right)^2$$

Em que: μ = média da população, x = variável aleatória observada no caso diâmetro a altura do peito em cm; $f_{(x)}$ = frequência por unidade de área; σ = desvio padrão, α = parâmetro da distribuição.

O ajuste das funções foi realizado pelo método da máxima verossimilhança, utilizando o software

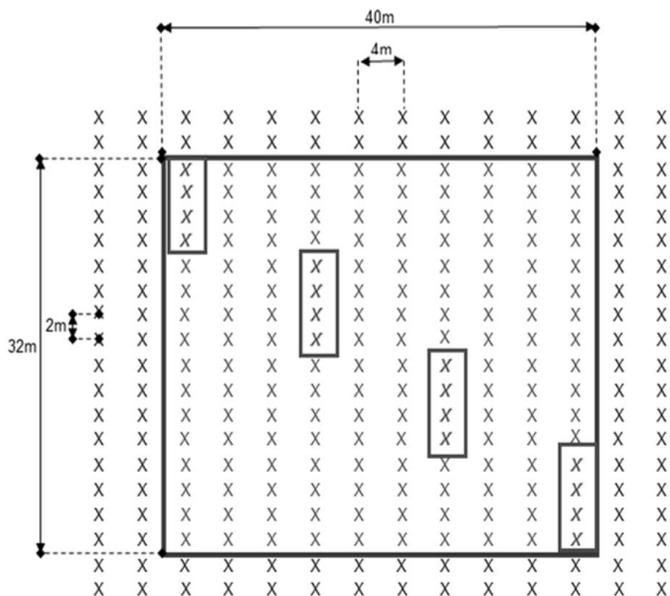


Figura 1. Croqui esquemático das quatro subunidades amostrais (4 x 2 m) nas unidades primarias (40 x 32 m), com quatro árvores úteis em cada subunidade.

Figure 1. Schematic plot of the four sample subunits (4 x 2 m) in the primary units (40 x 32 m), with four trees useful in each subunit.

Fitfd, disponível em <http://neuroforest.ucoz.com> (Binoti, 2012).

A distribuição Normal ficou definida com as estimativas da média aritmética, variância e o desvio-padrão dos dados originais e a distribuição Log-normal através da média aritmética e variância dos logaritmos neperianos dos dados os parâmetros das distribuição Weibull 2P foram estimados com o Método dos Mínimos Quadrados.

Para verificar a aderência das funções aos dados estudados, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov a um nível de 5% de probabilidade. Segundo Machado et al. (2009), o teste Kolmogorov-Smirnov compara a frequência acumulativa estimada com a frequência observada. O ponto de maior divergência entre as duas distribuições é o valor D de Kolmogorov-Smirnov, também foi realizada a análise gráfica entre os valores observados e os correspondentes estimados.

$$D_{calc} = \frac{\text{Sup}_x (F_{o_x} - F_{e_x})}{n}$$

Em que: Fe= frequência acumulada observada, Fo= frequência estimada pela função densidade de probabilidade, n= número de observações

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar as hipóteses de H0 e H1 do teste bilateral. H0 = os diâmetros observados seguem as distribuições

propostas e H1= os diâmetros observados não seguem as distribuições propostas.

A assimetria foi calculada pelo coeficiente de Pearson onde

$$As = \frac{\bar{x} - M_0}{s}$$

Em que: As= coeficiente de assimetria, \bar{x} = média, M_0 = moda e s =desvio padrão

A curtose foi calculada pelo seguinte coeficiente de curtose

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$$

Em que: K= coeficiente de curtose, Q_3 = terceiro quartil, Q_1 = primeiro quartil, P_{90} = percentil noventa e P_{10} = percentil dez.

Resultados e Discussões

A estatística descritiva para o DAP aos 74 meses de idade está representada na tabela 1. Nota se que os DAP 's estão muito próximos uns dos outros mostrando uma baixa variância amostral. Estes valores indicam que o crescimento em DAP do povoamento de *Calophyllum brasiliense* Cambess. é condizente com a literatura existente, sendo que em Adrianópolis, estado do Paraná, aos 5 anos a média do DAP foi de 3,8 cm (Carvalho,2003); em Rolândia, estado do Paraná, a média do DAP foi de 2,80 cm (Carvalho,2003), e em Garça estado de São Paulo o valor oscilou entre 6-7 cm aos 5 anos (Ciriello et al., 2014).

A tabela 2 apresenta a distribuição diamétrica observada para o povoamento de *Calophyllum brasiliense* Cambess. de acordo com a idade, as quais foram necessárias para o ajuste das funções de densidade probabilísticas. A estrutura diamétrica revelou que a comunidade arbórea é composta por árvores pequenas com DAP variando de 2 a 12 cm aos 74 meses de idade, sendo que 91% destes se encontram entre as classes diamétricas de 4 a 10 cm, valores estes, condizente com o estágio inicial de crescimento em que se encontra o plantio.

A metodologia de fixar intervalos para classes de DAP é muito utilizada na área florestal, como exemplo os trabalhos desenvolvidos por Andrade et al. (2014); Carvalho et al. (2014) e Silva et al. (2014). A maior frequência de indivíduos ocorreu na classe entre 2-4 cm aos 44 meses, totalizando 70,20 % dos indivíduos. Com o passar dos anos as maiores frequências passaram a pertencer às maiores classes de DAP, resultado do

Cuadro 1. Estatísticas descritivas do DAP para o povoamento de *Calophyllum brasiliense* Cambess. aos 74 meses de idade.

Table 1. Descriptive statistics of DAP for the settlement of *Calophyllum brasiliense* Cambess to 74 months of age.

| Estatística / idade em meses | 74 |
|---|---------|
| Média (cm) | 7,47 |
| Erro padrão (cm) | 0,102 |
| Mediana (cm) | 7,44 |
| Moda (cm) | 6,36 |
| Desvio Padrão (cm) | 1,71 |
| Variância da Amostra (cm ²) | 1,91 |
| Amplitude (cm) | 7,59 |
| Mínimo (cm) | 3,50 |
| Máximo (cm) | 11,09 |
| Soma (cm) | 2073,91 |
| Contagem | 278 |

incremento em diâmetro, sendo 39,93% na classe de 6 a 8 cm aos 74 meses de idade.

Com relação ao efeito da idade sobre a distribuição diamétrica, pode-se perceber que ocorre maior número de classes diamétricas com o avanço da idade, o que demonstra uma maior amplitude na distribuição dos diâmetros dentro das classes diamétricas. Netto et al. (2008), Leite et al. (2005), Machado et al. (2006), Nogueira et al. (2006) e Téio et al. (2011b), no estudo da dinâmica da distribuição diamétrica de diversas espécies no Brasil, também encontraram uma maior amplitude dos diâmetros com o avanço da idade. E, naturalmente, também é possível observar na tabela 2 o aumento do diâmetro da classe de maior frequência com o avanço da idade.

A tabela 3 indica os valores D tabelado obtido a partir da tabela de Kolmogorov-Smirnov, D calculados através do teste de Kolmogorov-Smirnov, erro padrão das estimativas (Syx%), coeficiente de determinação (R²), coeficiente de determinação ajustado (R²aj.) ao 74 meses de idade.

Pelo teste Kolmogorov-Smirnov (aplicado para frequência acumulada) observa-se uma amplitude de 0.1667 a 0.3416, sendo que os valores calculados do teste que foram menores que o tabelado, indicam a aceitação da hipótese de nulidade, o que significa que as frequências esperadas e observadas são similares sob ponto de vista estatístico, ou seja, os modelos representaram bem o conjunto de dados.

As funções testadas foram aderente para os valores estimados. Sendo estas comumente usada no setor florestal como em espécies do gênero *Eucalyptus* onde a função densidade de probabilidade de Weibull 2P vem

Cuadro 2. Frequência absoluta e frequência relativa para a variável DAP no plantio comercial da espécie *Calophyllum brasiliense* Cambess. aos 74 meses de idade em Dueré-TO.

Table 2. Absolute frequency and relative frequency for the DAP variable in the commercial plantation of the *Calophyllum brasiliense* Cambess at 74 months of age in Dueré-TO.

| Classe | 74 meses | |
|--------|----------|-------|
| | FA | FR% |
| 2-4 | 5 | 1,80 |
| 4-6 | 57 | 20,50 |
| 6-8 | 111 | 39,93 |
| 8-10 | 85 | 30,58 |
| 10-12 | 20 | 7,19 |
| Total | 278 | 100 |

em que: FA= frequência absoluta; FR= frequência relativa

tendo maior aplicação, sendo muito utilizada em ambas formas (Husch 2003 e Binoti et al., 2014). Diversas pesquisas fazem uso destas funções na modelagem da distribuição de diâmetros pela sua flexibilidade de descrever diferentes tendências e pela facilidade de correlacionar seus parâmetros com características do povoamento (Nogueira et al., 2005; Schneider et al., 2008; Araújo Júnior et al., 2012; Dalla Lana et al., 2013; Binoti; Binoti; Leite, 2014).

Resultados semelhante encontraram Machado et al. (2009) ao determinarem o comportamento de funções de densidade probabilística no ajuste da distribuição diamétrica de *Araucaria agustifolia* em fragmento de floresta ombrófila mista determinaram que a função normal com amplitude de 2cm como uma das funções que melhor representou o conjunto de dados.

Também Binoti et al. (2014) ao estudar funções densidade de probabilidade para descrição da distribuição diamétrica de povoamentos de *Acacia mangium* comprovaram a eficiência da função Weibull para descrição da distribuição de diâmetros de povoamentos de acácia.

Na Figura 3 estão representadas as curvas de distribuição diamétrica estimadas em relação ao histograma de frequências observadas. A distribuição do número de árvores por classe apresentou a tendência normal associada aos povoamentos equiâneos, com achatamento da curva e deslocamento para a direita, à medida que o povoamento atinge maiores idades, conforme observado por Leite et al. (2005). A função normal foi capaz de captar tal tendência, sendo tal flexibilidade importante para que um sistema de equações consiga estimar as distribuições diamétricas em idades futuras.

Cuadro 3. Aderência das funções de densidade probabilísticas à distribuição diamétrica de povoamentos de *Calophyllum brasiliense* Cambess. aos 74 meses de idade.

Table 3. Adherence of probabilistic density functions to the diametrical distribuion of stands of *Calophyllum brasiliense* Cambess. At 74 moths of age.

| FDP | R ² | R ² aj. | Syx% | D' (95%) | Dcalc |
|------------|----------------|--------------------|------|----------|---------|
| Weibull 2P | 0,9998 | 0,9995 | 1,57 | | 0,3416* |
| Normal | 0,9983 | 0,9966 | 3,44 | 0,3912 | 0,2511* |
| Log Normal | 0,9893 | 0,9646 | 8,55 | | 0,1667* |

Onde: FDP= Função densidade de probabilidade, R² = Coeficiente de determinação, R² aj. = Coeficiente de determinação ajustado, D'= D de Kolmogorov-Smirnov tabelado, Dcalc = D de Kolmogorov-Smirnov calculado, Syx% =erro padrão da estimativa relativo, * Valor com significância no teste bilateral a 5% e ns = não significativo

Cuadro 4. Valores de assimetria e para os valores observados e os modelos testados de Weibull 2P, Log normal e Normal para plantio de *Calophyllum brasiliense* Cambess. aos 74 meses de idades.

Table 4. Asymmetry values and observed values for Weibull 2P, Log normal y Normal models for plantation of *Calophyllum brasiliense* Cambess. at 74 months of age.

| | Assimetria | Curtose |
|-----------------|------------|---------|
| Valor observado | 0,036 | -1,708 |
| Weibull 2P | 0,023 | -1,428 |
| Log normal | 0,169 | -0,737 |
| Normal | 0,022 | -1,328 |

Quanto a assimetria da distribuição diamétrica (tabela 4) pode-se observar que a curva descrita é assimétrica positiva ou a direita e a curtose evidencia uma curva platicúrtica aos 74 meses ou seja, a distribuição apresenta uma curva de frequência mais aberta (mais achatada em sua parte superior). Resultado semelhante a este foi encontrado por Ferreria (2011) que ao avaliar a distribuição diamétrica em clones de *Eucalyptus* aos 60 meses de idade encontrou curva assimétrica positiva.

Arce (2004) em seus estudos de sobre a estrutura de florestas clonais de *Populus deltoides* por meio de distribuição diamétrica probabilísticas, entre as quais se encontravam as funções Normal, Gama e Weibull com dois e três parâmetros. Observou que nas idades iniciais de 1 a 9 anos as funções citadas caracterizaram eficientemente a evolução da distribuição diamétrica no tempo. Também Carrijo et al. (2008) observaram que o diâmetro a altura do peito das árvores seguiram a distribuição normal em três povoamentos de *Eucalyptus grandis* com idade de 30, 41 e 46 meses de idade, na região de Cascavel-PR. Carelli Neto (2008) também observou que a distribuição normal apresentou melhor ajuste para povoamento *Pinus taeda* L. nas idades de 6, 8 e 10 anos em seus estudos de distribuição diamétrica.

Cuadro 5. Estatísticas dos valores observados em relação às estatísticas dos melhores modelos para o plantio de *Calophyllum brasiliense* Cambess. Aos 74 meses de idade.

Table 5. Statistics of values observed in relation to the statistics of the best models for the plantation of *Calophyllum brasiliense* Cambess. at 74 months of age.

| | Média (cm) | Moda (cm) | Mediana (cm) | Variância (cm ²) |
|-----------------|------------|-----------|--------------|------------------------------|
| Valor Observado | 7,41 | 7,35 | 6,98 | 3,30 |
| Weibull 2p | 7,43 | 7,34 | 7,00 | 3,53 |
| Log Normal | 7,52 | 7,21 | 6,87 | 3,57 |
| Normal | 7,37 | 7,33 | 7,03 | 3,63 |

Na Tabela 5 estão descritas as estatísticas dos valores observados (valores calculados tomando como base o DAP das 278 árvores amostras) em relação aos modelos testados conformando a eficiência dos mesmos, pois as médias e variâncias dos valores dos parâmetros observados estão muito próximos dos valores paramétricos das funções probabilísticas ajustadas. O valores da média, moda e mediana observadas revelam também proximidade com os parâmetros das funções ajustadas.

Conclusões

As funções testadas neste estudo podem ser utilizados para a modelagem da distribuição de diâmetros de plantios de *Calophyllum brasiliense* Cambess. sendo a função Weibull 2P a que mostrou melhor aderência aos dados.

Esse estudo serve como base para aplicação e desenvolvimento de modelos de distribuição de diâmetros para a simulação do crescimento da espécie supra citada.

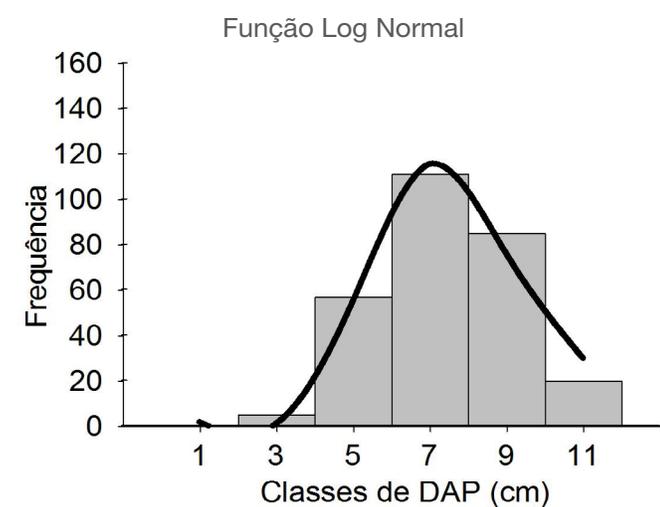
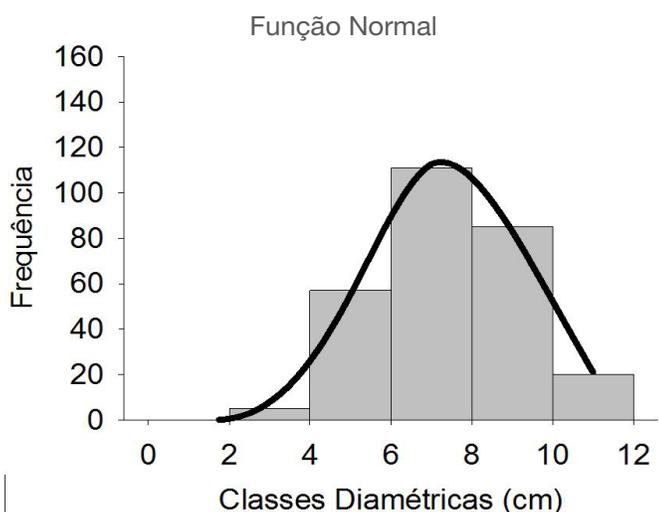
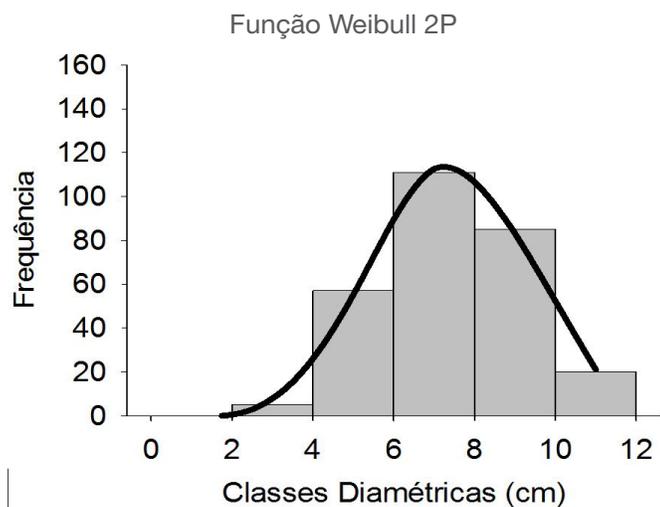


Figura 3. Curvas de distribución diamétrica para el intervalo de 2 cm por clase, estimadas y dibujadas sobre el histograma de frecuencia observado para una plantación de *Calophyllum brasiliense* Cambess. A los 74 meses de edad.

Figure 3. Diametric distribution curves for class interval of 2 cm estimated and plotted on frequency histogram observed for plantation of *Calophyllum brasiliense* Cambess at 74 months of age.

Recomendaciones

Recomienda-se a continuidade do estudo da distribuição diamétrica, em idades mais avançadas da como forma de controlar as atividades florestais a serem desenvolvidas, inclusive para o conhecimento das produções futuras, além de ser um instrumento para a predição da produção e o crescimento das árvores.

Agradecimentos

A JAMP agropecuária e reflorestadora por ter disponibilizado o local da pesquisa.

A Universidade Federal do Tocantins por ter disponibilizados os pesquisadores para realização da pesquisa.

Referencias

- Arce, J. E. (2004). Modelagem da estrutura de florestas clonais de *Populus deltoides* marsh. Através de distribuições diamétricas probabilísticas. *Ciência Florestal*, 14(1).
- Andrade, V. C. L., de; Junior, M., A., G. & Filho, A., F., F. (2014). Avaliação de Modelos Volumétricos para povoamento clonal de Eucalipto na Região Sul do Estado do Tocantins. *Atualidades em Mensuração Florestal*.
- Araújo Júnior, C. A. (2012). Uso da função Weibull para descrever a área basal por classe de diâmetro de um povoamento de eucalipto. *Scientia Forestalis*, 40(95), 401-406.
- Binoti, D. H. B., Binoti, M. L. M. da S. & LEITE, H. G. (2014). Configuração de redes neurais para estimação do volume de madeira. *Ciência da Madeira*, 5(1), 59-67.
- Binoti, D. H. B., Binoti, M. L. M. da S., LEITE, H. G., CORDEIRO, M. A. & SANTOS, S. C. (2014). Funções densidade de probabilidade para descrição da distribuição diamétrica de povoamentos de *Acacia mangium* Agrária - *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 9(4) 583-589.
- Campos, J. C. C., Leite, H. G. (2013). *Mensuração florestal: perguntas e respostas*. 4. ed. Viçosa: UFV.
- Netto, C. C. & Schneider, P. R. (2008). Distribuição diamétrica para povoamento de *Pinus taeda* em função da idade. In: 4º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal, Santa Maria - RS. Anais do 4º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. Santa Maria - RS: Gráfica e Editora Pallotti.
- Carvalho, P. E. R. (2003). *Espécies arbóreas brasileiras*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas.
- Carvalho, M., Rosa, M., LIMA, G. C. P., Koehler, H. S. Nappo, M. E. (2014). Comparação dos Métodos de Cubagem na Determinação do Volume de Árvores de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* *Atualidades em Mensuração Florestal*. Curitiba – Paraná – Brasil.
- Ciriello, V., Guerrini, I. A. & Backers, C. (2014). Doses de nitrogênio

- no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *Revista Cerne*, 20 (4), 653- 660.
- Carrizo, P. R., Botrel, M. G. C. & Fagundes, R. S. (2008). Avaliação da normalidade dos dados do diâmetro a altura do peito em florestas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex. Maiden. Na região de Cascavel-PR. *Cultivando o saber*, 1(1), 95-106.
- Dalla Lana, M. (2013). Distribuição diamétrica de *Eschweilera ovata* em um fragmento de floresta ombrófila densa – Igarassu, PE. *Floresta*, 43(1), 59- 68.
- Husch, B., Beers, T. W., Kershaw J. R., (2003). *Forest mensuration*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2003. 443 p
- Leite, H. G., Nogueira, G. S., Campos, J. C. C., Souza, A. L., Carvalho, A. (2005). Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. *Revista Árvore*, 29(2), 271-280.
- Machado, S. do A., Bartoszeck, A. C. de P. S., Figueiredo Filho, A.; Oliveira, E. B. de. (2006). Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba. *Revista Árvore*, 30(5), 759-768.
- Machado, S. A., Augustynczyk, A. L. D., Nascimento, R. G. M., Figura, M. A., Silva, L. C. R., Miguel, E. P. & Téo, S. J. (2009). Distribuição Diamétrica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Scientia Agraria*, 10(2), 103-110.
- Nogueira, G. S., Leite, H. G., Campos, J. C. C., Takizawa, F. H. & Couto, L. (2006). Avaliação de um modelo de distribuição diamétrica ajustado para povoamentos de *Tectona grandis* submetidos a desbaste. *Revista Árvore*, 30(3), 377 - 387.
- Nogueira, G. S. (2005). Modelo de distribuição diamétrica para povoamentos de *Eucalyptus* sp. submetidos a desbaste. *Revista Árvore*, 29(4), 579-589.
- Schneider, P. R. (2008). Estimativa dos parâmetros da função de densidade probabilística de Weibull por regressão aninhada em povoamento desbastado de *Pinus taeda* L. *Ciência Florestal*, 18(3), 481-491.
- Pellico Netto, S. E. & Brena, D. A. (1993). *Inventário Florestal* (268 p). Universidade Federal do Paraná. Universidade Federal de Santa Maria. Curitiba, Brazil.
- Pulz, F. A., Scolforo, J. R., Oliveira, A. D., Mello, J. M. & Oliveira Filho, A. T. (1999). Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequiânea com a matriz de transição. *Cerne*.
- Téo, S. J., Rocha, S. P. da., Bortoncello, A. C., Paz, R. A. & Costa, R. H. da. (2011). Dinâmica da distribuição diamétrica de povoamentos de *Pinus taeda* na região de Caçador, SC. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 31(67), 183 – 192.
- Sano, E. E., Rosa, R., Brito, J. L. & Ferreira J. R. (2008). Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Planaltina. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43,153-156.
- Scolforo, J. R. S., Pulz, F. A. & Mello, J. M. (1998). Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural (189-256 pp.). *Manejo Florestal*.
- Scolforo, J.R.S. (2006) *Biometria florestal: modelos de crescimento e produção florestal*. Lavras: UFLA/FAEPE.
- Silva, E. A., Dias, M., P.C. B., Oliveira, L. R. de, Silva, A. G. da., Nogueira, G. S. & Leite, A. M, P. (2014). Estimativa do Volume Comercial de Madeira Utilizando Medidas de Cepa em Plantios de *Eucalyptus*. *Atualidades em Mensuração Florestal*.