DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

DIAMETER DISTRIBUTION OF *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. IN A FRAGMENT OF MIXED OMBROPHYLOUS FOREST

Sebastião do Amaral MACHADO[1]
Alan Lessa Derci AUGUSTYNCZIK[2]
Rodrigo Geroni Mendes NASCIMENTO[3]
Marco Aurélio FIGURA[4]
Luís César Rodrigues da SILVA[5]
Eder Pereira MIGUEL[6]
Saulo Jorge TÉO[7]

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento de Funções de Densidade Probabilística no ajuste da distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* levando em consideração diferentes intervalos de classe de diâmetro. Os dados utilizados para o ajuste das funções provieram do censo realizado no Capão da Engenharia Florestal, correspondente a um fragmento de Floresta Ombrófila Mista de 15,24 ha, localizado no Campus III da Universidade Federal do Paraná. Nesse censo foram medidos os diâmetros a 1,3 m de altura (DAP) de 341 araucárias. Para avaliar a distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* nesse fragmento foram ajustadas as seguintes funções de densidade probabilística: Normal, Log-Normal, Gamma, Beta, Weibull 3P, Weibull 2P e Sb de Johnson. Foram definidos intervalos de classes com 2 cm, 5 cm e 6,55 cm. Os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov indicaram que, a função mais eficiente para intervalos de classes com amplitudes de 6,55 cm e 2 cm foi a Normal e para intervalos de classes de 5 cm a Sb de Johnson. A função Weibull 2P foi rejeitada pelo teste de aderência para todos os intervalos de classe adotados. O estudo também identificou que a distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* nesse fragmento é simétrica e platicúrtica.

Palavras-chave: Pinheiro do Paraná; distribuições probabilísticas; teste de aderência.

ABSTRACT

The objective of the present research was to evaluate the behavior of probabilistic density functions for fitting of *Araucaria angustifolia* diameter distribution taking in account 3 different class intervals. The data used for fitting the functions came from a complete enumeration forest inventory of a Mixed Ombrophylous Forest fragment with 15.24 ha, located at the Campus III of the Federal University of Paraná. The diameters of 341 araucárias trees were measured at 1.3 m (DBH). The following probabilistic density functions were fitted: Normal, Log-Normal, Gamma, Beta, Weibull 3P, Weibull 2P and Sb of Johnson. The diameter class intervals of 2 cm, 5 cm and 6.55 cm were tested. The results of the Kolmogorov-Smirnov test indicated that the most efficient function for class intervals with amplitude of 6.55 cm and 2 cm was the Normal and for amplitudes of 5 cm the Sb function was the best one. The Weibull 2P function was rejected by the Kolmogorov-Smirnov adherence test for all diameter class intervals adopted. This research also indicated that the *Araucaria angustifolia* diameter distribution is symmetric and platicurtic.

Key-words: Paraná pine; probabilistic distributions; adherence test.

1 Engenheiro Florestal, M.Sc, PhD, Professor Sênior do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná, Av. Pref. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR – Brasil. CEP: 80210-170. Pesquisador 1A do CNPq. E-mail: samachado@ufpr.br. Autor para correspondência.
2 Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Bolsista CNPq. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: alanlda@hotmail.com;
3 Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Bolsista CNPq. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: geronimendes@hotmail.com;
4 Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: figura_floresta@hotmail.com;
5 Engenheiro Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: nabravomova@hotmail.com;
6 Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Bolsista CAPES. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: miguelederpereira@gmail.com;
7 Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Bolsista CAPES. Curitiba, PR – Brasil. E-mail: sauloteo@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (1990), a região fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista com Araucária se distingue das demais formações florestais da Região Sul do Brasil pela presença marcante de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em associações diversificadas, as quais compreendem agrupamentos de espécies com características próprias, formando estágios sucessionais distintos.

Segundo Maack (1968), a existência de extensas áreas florestais no Estado do Paraná foi um ponto fundamental para uma colonização abrangente e o desenvolvimento da atividade extrativista. As florestas desse Estado começaram a ser exploradas em meados do século XIX, quando o Paraná dispunha de aproximadamente 167.824 km² cobertos com florestas, sendo que dessas, 73.780 km² com floresta ombrófila mista.

Segundo estudo realizado pela FUPEF (2001), a área de Floresta com Araucária, no Estado do Paraná, em estágio inicial de sucessão abrange 1.164.425 ha, já a área florestal dos remanescentes em estágio médio de sucessão totaliza 1.200.168 ha, enquanto que as florestas em estágio avançado de sucessão com predomínio de pinheiros no dossel compreendem cerca de 141.892 ha. Respectivamente essas áreas correspondem a 14,04 %, 14,47 % e 1,71 % dessa tipologia florestal que representa 41,5 % da área do Estado do Paraná.

Atualmente nota-se uma crescente preocupação por parte dos pesquisadores e da sociedade em geral, seja em nível nacional ou mundial, em relação à proteção da biodiversidade do nosso planeta. Para tanto, a conscientização sobre o desenvolvimento sustentável é de vital importância no processo do desenvolvimento sócio-econômico, concomitantemente com a conservação da natureza.

De acordo com Schaaf et al. (2006), recuperar, conservar e utilizar racionalmente os benefícios advindos da Floresta Ombrófila Mista constituem um grande desafio, o qual não se consegue apenas através da legislação. Existe também a necessidade de conhecer os atributos da floresta, ou seja, a dinâmica e o potencial da floresta através do levantamento das estruturas horizontais, verticais e paramétricas.

Nesse contexto a distribuição diamétrica assume particular importância no levantamento da estrutura horizontal de uma floresta por permitir caracterizar uma tipologia florestal e, também, por ser um potente indicador do estoque em crescimento das florestas, além de fornecer subsídios para tomada de decisões e do planejamento do manejo a ser aplicado em determinada área.

Como exposto por Scolforo (2006), um dos maiores objetivos da aplicação de funções de densidade de probabilidade (fdp) na biometria florestal é o de descrever a estrutura diamétrica de populações florestais. Segundo esse mesmo autor essas distribuições permitem obter a probabilidade das árvores ocorrerem dentro de intervalos ou classes de diâmetro, em que haja um limite inferior e outro superior.

De acordo com Machado et al. (2006), as medidas de assimetria e curtose servem para descrever as formas e a evolução das curvas de distribuição, em que a assimetria é o grau de desvio da simetria em relação à curva Normal e curtose é o grau de achatamento ou elevação relativa de uma distribuição considerada em relação à distribuição Normal.

Nesse contexto o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar o comportamento de funções de densidade probabilística no ajuste da distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* levando em consideração diferentes intervalos de classe, bem como caracterizar essas distribuições através das medidas de assimetria e curtose.

MATERIAL E MÉTODOS

O Capão da Engenharia Florestal está situado no Campus III da Universidade Federal do Paraná e ocupa uma área total de 15,24 ha, dos quais 12,96 ha são ocupados por Floresta Ombrófila Mista. Devido à localização do Capão - uma área tipicamente urbana – pode-se observar um nível de antropização bastante acentuado, sobretudo em sua bordadura. Nesses locais prevalecem capoeiras e capoeirões, com presença marcante de taquarais, com cerca de 2,28 ha.

O clima predominante na região é do tipo Cfb, segundo Koppën: subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, inverno com geadas freqüentes, sem estação seca. As temperaturas médias anuais nos meses quentes e frios são inferiores a 22 e 18 ºC, respectivamente, sendo a temperatura média anual de 17 ºC. Segundo Maack (1981), as respectivas médias anuais de umidade relativa do ar e precipitação nessa região são iguais a 85% e 1300 a 1500 mm. Rondon Neto et al. (2002), identificou a existência de solos hidromórficos próximos aos canais de drenagem e de cambissolos podzólicos nas regiões mais drenadas.

Os dados utilizados na presente pesquisa provieram de 341 araucárias, as quais foram medidas durante a realização do censo do Capão da Engenharia Florestal.

Para a realização do censo, primeiramente dividiu-se a área em 61 blocos de 50 x 50 m conforme a figura 1, onde foram medidos todos os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) acima de 31,5 cm. Para fins do levantamento as seguintes informações foram registradas: espécie (nome popular), número da árvore dentro do bloco, circunferência a 1,3 m, coordenada X e Y (UTM) de cada árvore, dossel, qualidade do fuste e estado fitossanitário.

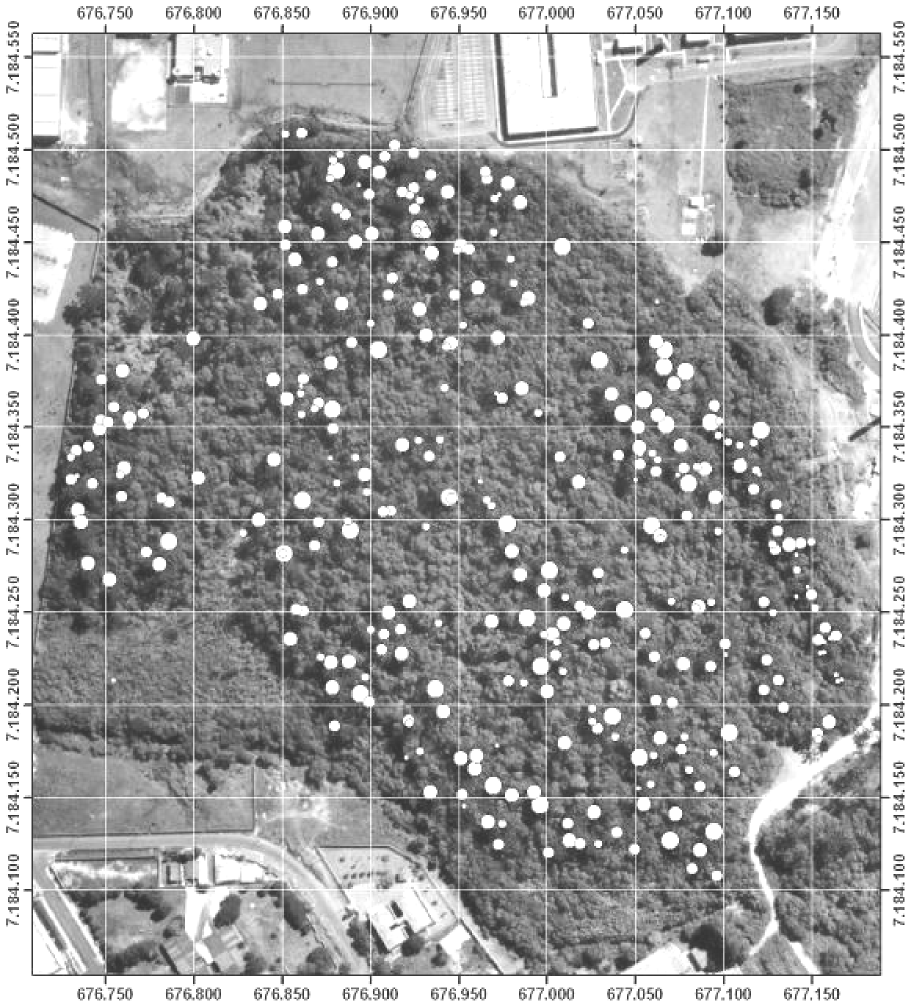

FIGURA 1 – Representação da distribuição espacial de *Araucaria angustifolia* na área de estudo.

Foram testadas sete funções de densidade probabilística para a obtenção das distribuições de freqüências de árvores em cada classe de diâmetro. Para tal análise, avaliou-se o desempenho de cada função para distribuições nos intervalos de classe de 2 cm, 5 cm e 6,55 cm, sendo que o último foi definido pela fórmula de Sturges.

As funções de densidade de probabilidade correspondentes às distribuições ajustadas foram as seguintes:

Função Normal:

A distribuição Normal tem sua função de densidade de probabilidade (fdp) descrita como:

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

Onde: d: é a variável diâmetro em cm; *u*: é a média aritmética do diâmetro; σ : é o desvio padrão da variável aleatória d; σ^2 é a variância da variável aleatória d; π : é a constante "pi" (3,1416); e: é a base do logaritmo natural.

O método de estimativa utilizado para essa distribuição foi o método dos momentos.

Função Log-normal:

Sua função de densidade probabilística é definida como:

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

Onde: d, *u*, e, σ , σ^2 e π : já foram descritos anteriormente.

As estimativas dos parâmetros foram feitas pelo método dos momentos.

Função Gamma:

Uma variável aleatória **d** tem uma distribuição Gamma se a função de densidade de probabilidade tiver a seguinte forma:

$$f(x) = \frac{(d - d\min)^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{1}{\beta}\right)(d-d\min)}}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}}$$

Onde: α : parâmetro de forma a ser estimado; β: parâmtero de escala a ser estimado; e: exponencial; Γ : função Gamma; d: variável diâmetro em cm

Essa é uma forma alternativa de representação da função Gamma, quando se assume que x é maior ou igual ao diâmetro mínimo (dmin). Nesse caso pode-se considerar que a variável aleatória x assume a forma d-dmin. O método utilizado para a estimativa dos parâmetros foi o dos momentos.

Função Beta:

A função Beta é descrita pela seguinte função de densidade de probabilidade:

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\left(1-\frac{d-d\min}{dmáx-d\min}\right)^{\alpha-1}\left(1-\frac{d-dmáx}{dmáx-d\min}\right)^{\beta-1}\left(\frac{1}{dmáx-d\min}\right)$$

Onde: α e β: parâmetros a serem estimados; Γ: função Gamma; d: variável diâmetro em cm

Nesse caso, o ajuste dos parâmetros foi realizado através do método dos momentos.

Função Weibull:

A distribuição Weibull é considerada pela literatura uma das mais consagradas funções de densidade de probabilidade na área florestal e, portanto, uma das mais utilizadas para caracterização de distribuições diamétricas. Tal função pode ser apresentada com dois ou com três parâmetros.

Função Weibull 2P:

É representada pela função de densidade de probabilidade a seguir:

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

Onde: b: parâmetro de escala; c: parâmetro de forma; d: variável de interesse (diâmetro); e: exponencial.

O ajuste dos parâmetros foi realizado pelo método da máxima verossimilhança.

Função Weibull 3P:

É expressa na seguinte forma:

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

Onde: a: parâmetro de locação; b: parâmetro de escala; c: parâmetro de forma; d: variável de interesse (diâmetro); e: exponencial.

Os parâmetros dessa função foram ajustados pelo método da máxima verossimilhança.

Função Sb de Johnson:

Esta função é representada pela função de densidade de probabilidade a seguir:

$$f(x) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}}\frac{\lambda}{(d-\varepsilon)(\lambda+\varepsilon-d)} e^{\left\{-\frac{1}{2}\left[\gamma+\delta\ln\left(\frac{\delta-\varepsilon}{\lambda+\varepsilon-d}\right)\right]^{2}\right\}}$$

Onde: ε : parâmetro de locação; λ : parâmetro de escala; δ : parâmetro de assimetria; γ : parâmetro de curtose; d: variável de interesse (diâmetro).

Os parâmetros dessa função foram ajustados pelo método dos momentos.

Consistência dos ajustes das funções

Após ajustar as diversas funções de densidade probabilísticas para todas as árvores que compõe o banco de dados, verificou-se a qualidade do ajuste obtido por cada função nos diferentes intervalos de classe pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Esse teste é utilizado para comparar a precisão das freqüências estimadas através dos modelos de distribuição diamétrica testados com as freqüências observadas.

Segundo Scolforo (2006), o uso do teste de Kolmogorov-Smirnov deve ser preferível aos testes de qui-quadrado e ao teste G, já que estes podem apresentar valores tendenciosos quando o número de observações por classe diamétrica for menor que cinco.

Basicamente o teste Kolmogorov-Smirnov compara a freqüência acumulativa estimada com a freqüência observada. O ponto de maior divergência entre as duas distribuições é o valor D de Kolmogorov-Smirnov.

$$D_{calc} = \frac{SUP_X\left|Fo_{(x)} - Fe_{(x)}\right|}{n}$$

Onde: $Fo_{(x)}$: freqüência observada acumulada; $Fe_{(x)}$: freqüência esperada acumulada; n: Número de observações; D_{calc}: Valor D calculado.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para testar as hipóteses de H_0 e H_1 para o nível α = 5% de significância do teste bilateral.

H_0 = os diâmetros observados seguem as distribuições propostas.

H_1 = os diâmetros observados não seguem as distribuições propostas.

Além dessas análises, foram traçadas curvas das freqüências estimadas sobre o histograma das freqüências observadas, por classe de diâmetro, para todas as funções ajustadas. A análise destas freqüências foi complementada através da adoção de um "ranking" entre as sete distribuições diamétricas, para avaliar qual distribuição na média de todas as análises teve um desempenho mais consistente.

Assimetria e Curtose

Para avaliar o grau de desvio, ou afastamento da simetria, da distribuição diamétrica de araucária, determinou-se o coeficiente do momento de assimetria. O coeficiente do momento de assimetria (a_3) é definido como o quociente entre o terceiro momento centrado na média (m_3) e o cubo do desvio padrão.

O grau de achatamento da distribuição, considerado em relação à distribuição normal, foi proporcionada pela avaliação do coeficiente do momento de curtose (a_4), sendo definida pelo quociente entre o quarto momento centrado na média (m_4) e o quadrado da variância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente do momento de assimetria (a_3) obtido para a distribuição diamétrica observada foi de a_3 = 0,0, ou seja, a distribuição diamétrica das árvores que compõe o banco de dados deste estudo tem uma distribuição simétrica. O coeficiente do momento de curtose (a_4) foi igual a 2,9, o que configura essa distribuição como sendo platicúrtica.

Pode-se verificar na Tabela 1 que entre os modelos ajustados, o que melhor representou a série de diâmetros da *Araucaria angustifolia*, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, com intervalos de classe de 6,55 cm foi a função Normal, seguida da função Sb de Johnson, sendo que ambas apresentaram valores de D_{calc} muito próximos. A função Beta, apesar de ter apresentado uma boa estimativa para o total de árvores, não apresentou uma boa aderência em relação aos dados observados quando comparada com as funções citadas anteriormente. O teste de aderência mostrou que a função Weibull 2P não se apresentou como uma boa opção para representar a distribuição diamétrica de araucária, pois seu valor D_{calc} do teste de Kolmogorov-Smirnov foi o que apresentou pior desempenho dentre todas as funções testadas.

TABELA 1 - Freqüências observadas e estimadas pelas 7 funções de densidade probabilística (FDP), D calculado e tabelado, bem como o ordenamento para os 3 intervalos de classe testados.

	Freq. Obs.	Intervalo de classe de 6,55cm						
		Normal	Sb 50%	Beta	Log-normal	Weibull 3P	Gamma	Weibull 2P
Total	341,0	338,5	340,5	340,8	337,0	340,8	336,8	323,8
Dtab. 95%	-	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736
Dcalc	-	0,0161	0,0172	0,0244	0,0499	0,0518	0,0614	0,0859
Ranking	-	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	Freq. Obs.	Intervalo de classe de 5cm						
		Sb 50%	Normal	Beta	Log-normal	Weibull 3P	Gamma	Weibull 2P
Total	341,0	340,6	338,8	336,7	337,0	340,8	336,7	325,7
Dtab. 95%	-	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736
Dcalc	-	0,0308	0,0314	0,0374	0,0386	0,0462	0,0537	0,0876
Ranking	-	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
	Freq. Obs.	Intervalo de classe de 2cm						
		Normal	Sb 40%	Beta	Log-normal	Weibull 3P	Gamma	Weibull 2P
Total	341,0	338,4	339,9	340,9	337,3	340,9	337,1	323,7
Dtab. 95%	-	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736	0,0736
Dcalc	-	0,0191	0,0293	0,0450	0,0470	0,0554	0,0577	0,0884
Ranking	-	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°

Para complementar a decisão de escolha da melhor função, para intervalos de classe de 6,55 cm, foram traçadas as curvas de freqüências estimadas sobre o histograma das freqüências observadas (Figura 2). Essa análise gráfica permitiu ter uma maior clareza no julgamento da tendenciosidade dos modelos de distribuição diamétrica avaliados. Quando analisada a Figura 2, percebe-se claramente que a função Normal e Sb de Johnson foram as que melhor representaram a série de dados, porém ambas subestimaram o número de árvores nas classes extremas.

Tratando-se de intervalos de classe de 5 cm, para a mesma série de dados analisados anteriormente, percebe-se que há uma mudança na função que melhor representa a distribuição diamétrica (Tabela 1). Nesse caso, a função Sb de Johnson foi a que melhor representou a série de diâmetros, seguida pela função Normal. A função Weibull 2P não se mostrou adequada para representar a distribuição dos diâmetros com intervalos de classe de 5 cm. Com relação ao teste de aderência, verificou-se um aumento significativo nos valores de D_{calc}, significando que para esse intervalo de classe, todas as funções ajustadas propiciaram piores desempenhos quando comparadas aos obtidos com intervalos de classes de 6,55 cm.

Na Figura 2 estão representadas as curvas de distribuição diamétrica estimadas em relação ao histograma de freqüências observadas. Avaliando-se as curvas representadas na Figura 2, nota-se facilmente a não aderência da função Weibull 2P e sua forte tendenciosidade em subestimar o número de árvores nas classes intermediárias. Pode-se perceber também nessa mesma figura que a função Sb de Johnson é a que melhor representa a distribuição diamétrica.

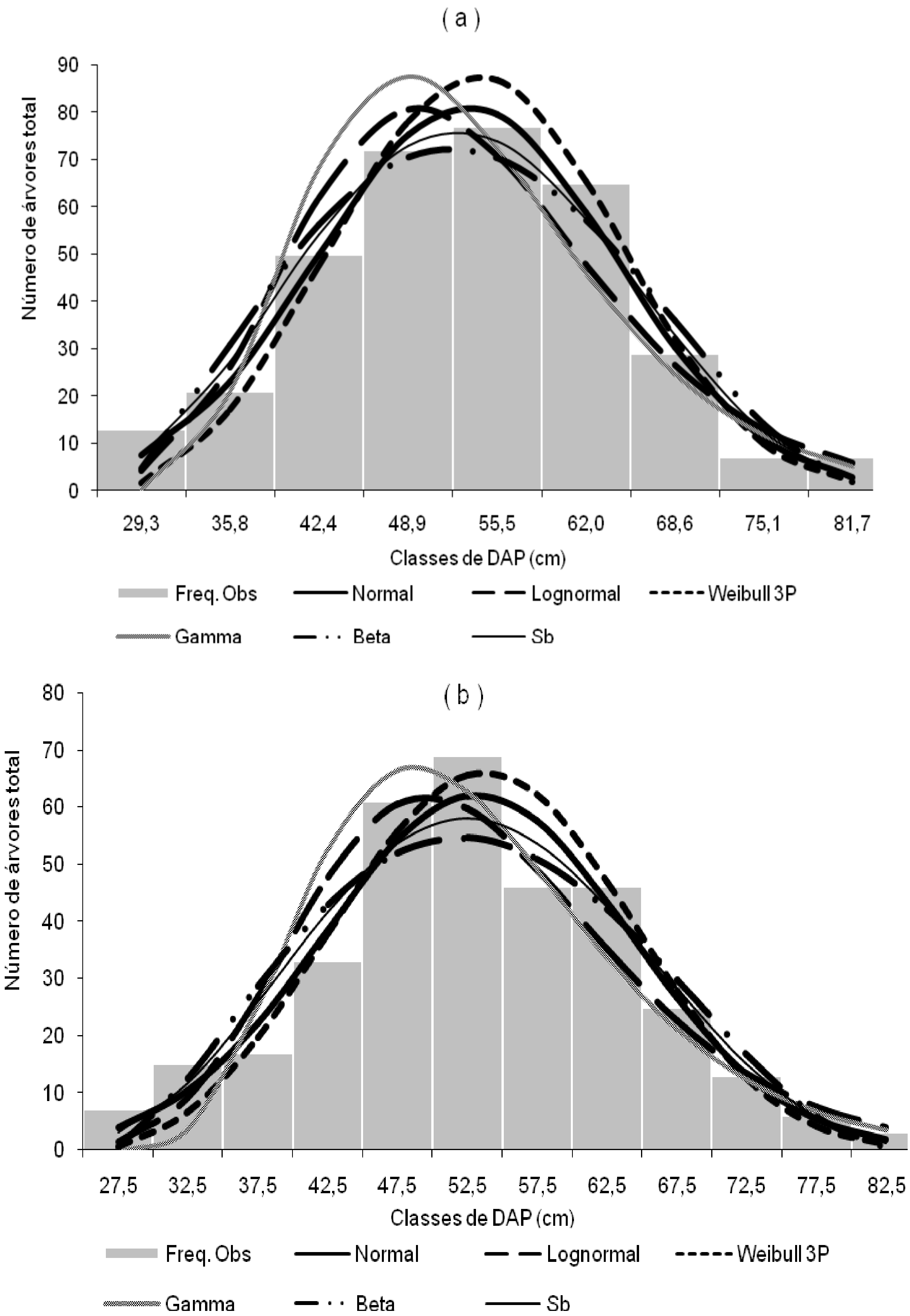

FIGURA 2 – Curvas de distribuição diamétrica, para intervalos de classe de 6,55 cm (a), 5 cm (b) e 2 cm (c), estimadas e traçadas sobre o histograma de freqüências observadas.

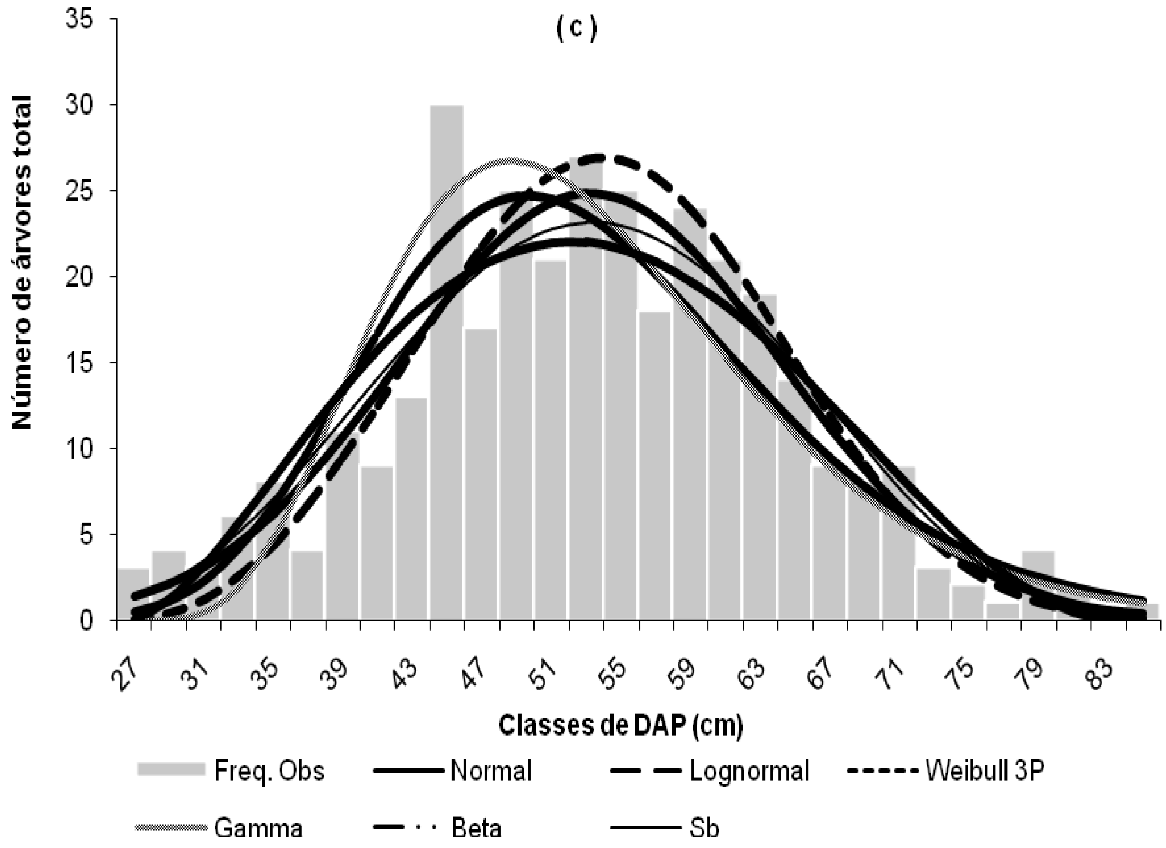

FIGURA 2 (CONTINUAÇÃO) – Curvas de distribuição diamétrica, para intervalos de classe de 6,55 cm (a), 5 cm (b) e 2 cm (c), estimadas e traçadas sobre o histograma de freqüências observadas.

Na Tabela 1 também estão representadas as freqüências observadas e estimadas para intervalos de classe de 2 cm, bem como os resultados do teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov. Para essa amplitude de classes observou-se um comportamento parecido com o obtido para classes de 6,55 cm. Neste caso, a função Normal foi a que melhor representou a série de dados, seguida novamente pela função Sb de Johnson com parâmetro de locação a 40% do diâmetro mínimo. A função Weibull 2P não representou a distribuição diamétrica para o nível de significância de 5%, portando não é significativa para descrever os dados que foram objeto do presente estudo. A função Weibull 3P e a função Beta, apesar de terem apresentado um bom desempenho na estimativa para o total de árvores, não foram selecionadas entre as melhores, pois apresentaram forte tendenciosidade em algumas classes de diâmetro (Figura 2).

Os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov apresentaram uma amplitude de 0,01613 a 0,08845. Para a maioria das funções estes resultados não foram significativos para o teste, indicando aderência dos dados às funções propostas, porém houve alguns casos onde a significância do teste indicou que as distribuições não foram apropriadas para descrever a freqüência de diâmetros, como por exemplo na função Weibull 2P.

O melhor modelo ajustado para o conjunto de dados foi a distribuição Normal seguida da função Sb de Johnson, convergindo, em parte, com Thiersch (1997), o qual apontou como os melhores modelos para a estimativa do número de árvores por classe de diâmetro para *Eucalyptus camaldulensis* as distribuições Sb de Johnson e Beta.

A função Normal foi a que melhor se ajustou para dois dos três intervalos de classes testados, no entanto para Barros et al. (1979), a função Beta foi a que melhor se ajustou nos três intervalos de classes utilizados para o grupo de espécies comerciais amazônicas do Planalto Tapajós. Porém o comportamento da distribuição diamétrica da espécie analisada nessa pesquisa é completamente diferente das espécies analisadas por esses autores.

A função Sb de Johnson foi uma das funções que se ajustou de forma mais eficiente e flexível para a distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia*, convergindo com o encontrado por Machado et al. (2006), onde a distribuição Sb de Johnson se apresentou como a função mais eficiente e flexível no ajuste da distribuição diamétrica de bracatinga.

Silva (1999), trabalhando com a produção de *Eucalyptus camaldulensis* no Estado do Mato Grosso, concluiu que o melhor ajuste para a avaliação da estrutura diamétrica foi obtido com a função Sb de Johnson pelo método dos momentos com parâmetro de locação a 35% do diâmetro mínimo, diferindo do parâmetro de locação ideal encontrado neste trabalho, que foi de 50%.

As distribuições Weibull 2P e Gamma apresentaram os piores desempenhos nas estimativas do número de árvores por classe de diâmetro para todos os intervalos adotados. No entanto, para Arce (2004), a distribuição Weibull 2P é tida como uma função flexível e caracterizada por apresentar excelentes estatísticas de ajuste para estimar as distribuições diamétricas de clones de *Populus deltoides*. As funções com piores ajustes encontradas por Thiersch (1997), para *Eucalyptus camaldulensis*, foram as distribuições Log-normal e Gamma.

Esta pesquisa contraria as observações feitas por Schaaf et al. (2006) no que se refere ao tipo de distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* num fragmento florestal em São João do Triunfo, Sul do Paraná. Esse autor descreve a distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* como sendo decrescente. No entanto, os resultados encontrados neste estudo convergem com as observações feitas por Machado et al. (1998), que, utilizando dados de um grande número de parcelas medidas nos Estados do Paraná e Santa Catarina, adotando classes de diâmetro de 5 cm, encontraram distribuições unimodais para *Araucaria angustifolia.*

CONCLUSÕES

Após as análises realizadas no presente trabalho, chegou-se às seguintes conclusões:

- As distribuições Normal e Sb de Johnson foram as mais eficientes para estimar a freqüência por classe de diâmetro nos diferentes intervalos de classe adotados;
- Todas as distribuições apresentaram melhor ajuste quando se utilizou intervalos de classe de 6,55 cm, decrescendo a precisão dos modelos a medida que diminuem esses intervalos;
- Intervalos de classe com 2 cm de amplitude representam melhor a realidade, porém a precisão do ajuste é menor;
- As distribuições Gamma e Weibull 2P apresentaram os piores desempenhos dentre as funções testadas para a estimativa da freqüência por classe diamétrica.
- A distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* no Capão da Engenharia Florestal apresentou-se como unimodal, simétrica e platicúrtica.

REFERÊNCIAS

1. ARCE, J. E. Modelagem da estrutura de florestas clonais de *Populus deltoides* marsh. através de distribuições diamétricas probabilísticas. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 149-164, 2004.
2. BARROS, P. L. C. et al. Comparação de modelos descritivos da distribuição diamétrica em uma Floresta Tropical. **Revista Floresta**, v. 10, n. 2, p. 19-32, 1979.
3. FUNDACÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ (FUPEF). **Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO**: subprojeto conservação do bioma floresta com Araucária. Curitiba, 2001. 121 p. (Relatório Final, Vol. I.)
4. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Vegetação e geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro, 1990. 419 p. v. 2.
5. MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: CODEPAR, 1968. 350 p.
6. MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 450 p.
7. MACHADO, S. A. et al. Dinâmica da distribuição diamétrica de bracatingais na região metropolitana de Curitiba. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 759-768, 2006.
8. MACHADO, S. A.; BARTOSZEK, A. C. P. S.; OLIVEIRA, E. B. Estudo da estrutura diamétrica para a Araucaria angustifolia em florestas naturais na região sul do Brasil. **Revista Floresta**, v. 26, n. 1-2, p. 59-70, 1998.
9. RONDON NETO, R. M. et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Curitiba, PR, Brasil. **Revista Floresta**, v. 32, n. 1, p. 3-16, 2002.
10. SCHAAF, L. B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 283-295, 2006.
11. SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal**: modelos de crescimento e produção florestal. Lavras, UFLA/FAEPE, 2006. 393 p.
12. SILVA, V. S. M. **Produção de Eucalyptus camaldulensis Delnh. no Estado de Mato Grosso**. 1999. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
13. THIERSCH, A. **Eficiência das distribuições diamétricas para prognose da produção de Eucalyptus camaldulensis**. 1997. 155 f. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) – Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

Recebido em 06/08/2008
Aceito em 27/11/2008