



AJUSTE DE FUNÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA UM POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze ANTES E APÓS DESBASTE

Gabrielle Hambrecht Loureiro¹ Rafaella De Angeli Curto² Sylvio Péllico Netto³
Nelson Carlos Rosot⁴ Gabriel Paes Marangon⁵

¹ Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, Paraná – Brasil. ghloureiro@yahoo.com.br

² Engenheira Florestal, Doutoranda em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, Paraná – Brasil.

³ Engenheiro Florestal, Professor Senior da Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, Paraná – Brasil.

⁴ Engenheiro Florestal, Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná/ UFPR, Curitiba – Brasil.

⁵ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul – Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O presente estudo foi realizado em um plantio de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, com idade de 44 anos, localizado na Estação Experimental de Rio Negro - PR, e teve como objetivo principal ajustar funções de densidade probabilísticas para o plantio em questão, antes e um período após ter sido submetido a desbaste, avaliando as mudanças comportamentais das duas realidades. As parcelas foram medidas em 2004, depois o povoamento foi submetido a um desbaste leve e em diferentes classes diamétricas, já em 2011 foi efetuado um novo inventário para se avaliar as mudanças. Foram testadas seis funções de densidade probabilística, sendo elas: Normal, Log-normal, Beta, Gamma, Weibull 3P e Sb de Johnson. Para verificar a aderência dos dados, às funções probabilísticas propostas, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov a um nível de 5% de probabilidade. Foi possível verificar, através da distribuição diamétrica, que a aderência dos valores estimados ocorreu nas distribuições Sb de Johnson, seguida pela de Weibull 3P e Beta para o povoamento antes do desbaste e Sb de Johnson seguida de Beta e Weibull 3P quando desbastado.

PALAVRAS-CHAVE: funções de densidade probabilística; frequências diamétricas; povoamentos de araucária.

DIAMETRIC DISTRIBUTION MODELS FOR *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze STANDS SUBMITTED TO THINNING

ABSTRACT

This study was conducted in an *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze plantation 44 years old, located at the experimental station of Rio Negro – PR, and had the objective to adjust probabilistic density functions for this plantation and submitted to thinning in order to evaluate behavioral changes of both realities. The plots were measured in 2004, after the stand was submitted to a light thinning and in different diameter classes in 2011 was made a new inventory to evaluate the changes. It were tested six probabilistic density functions: Normal, Log-normal, Beta, Gamma, Weibull 3P, Johnson Sb. To verify the adherence of the functions to the observed data, it was applied the Kolmogorov-Smirnov test at 5% probability level. It was verified through the diameter distribution that the adherence of the estimated values occurred with the Johnson Sb, followed by Weibull 3P and Beta for the stand before thinning and Johnson Sb, followed by Beta and Weibull 3P for the thinned stands.

KEYWORDS: probabilistic density functions; diameter frequency; Araucaria stands

INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze pertencente à família Araucariaceae, é comumente conhecida como Pinheiro-do-Paraná. Ocorre desde o estado do Rio Grande do Sul até Minas Gerais, geralmente em altitudes elevadas e maiores que 900 metros. Sua altura varia de 20 a 50 metros, possuindo tronco retilíneo de 90 a 180 cm de diâmetro (LORENZI, 1992).

Na década de 60, os incentivos fiscais proporcionaram a implantação de espécies com alta rentabilidade como *Pinus* e *Eucalyptus*, logo, até o fim da década de 70, os plantios de araucária reduziram-se a 7% da área reflorestada no estado do Paraná (BREPOHL, 1980). Os poucos plantios comerciais de araucária e a drástica redução da taxa de implantação, a partir da década de 80, limitaram o desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologia para esta espécie (SANTOS, 2006).

A espécie *Araucaria angustifolia* apresenta um grande potencial no Paraná, porém é pouco conhecida em termos de crescimento e produção, qualidade do sítio e silvicultura (densidade de plantio, limpeza, poda e desbaste) (SANTOS, 2006).

De acordo com as características da *Araucaria angustifolia* como alto potencial madeireiro, boa forma de tronco e qualidade da madeira, dentre outras, existe ainda pouco conhecimento sobre suas diferentes formas de manejo, principalmente no que diz respeito ao seu comportamento em plantios homogêneos.

Torna-se importante o entendimento do comportamento dessa espécie em antes e após ser submetido a desbaste, principalmente em relação ao diâmetro, variável bastante influenciada por esse trato silvicultural.

A aplicação de funções de densidade de probabilidade (fdp) permite descrever a estrutura diamétrica de populações florestais, além de permitir a obtenção da probabilidade das árvores ocorrerem dentro de intervalos ou classes de diâmetro

(SCOLFORO, 2006). BURKHART et al., (1981) também descrevem as distribuições diamétricas como muito adequadas para analisar desbaste, uma vez que possibilitam a avaliação econômica de multiprodutos, além de apresentarem alta flexibilidade.

Neste contexto, o objetivo principal desta pesquisa foi ajustar funções de densidade probabilísticas (fdp's) para um plantio de *Araucaria angustifolia* antes e após ser submetido a desbaste, avaliando as mudanças comportamentais das duas realidades em tempos diferentes.

MATERIAL E METODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em um plantio de *Araucaria angustifolia* de 44 anos, que está localizado na estação experimental de Rio Negro. A fazenda encontra-se no Município de Rio Negro, ao sul do Estado do Paraná.

O clima da região é tipo Cfb (Subtropical quente temperado), com precipitação média anual em torno de 1300,5 mm bem distribuídos ao longo do ano. A temperatura média anual varia de 12°C a 18°C, com frequentes geadas no inverno e altitude acima de 800 metros (MAACK, 1981).

A estação experimental apresenta uma área de 127,59 ha, distribuída em diferentes utilizações do solo como: florestas naturais, reflorestamentos, campos e pastagens. O plantio de *Araucaria angustifolia* ocupa 1,86 ha desse total.

No plantio existem três procedências com 12 repetições cada, totalizando 36 parcelas. Cada parcela contém 91 árvores, com espaçamentos de 3,00 m x 1,90 m.

Obtenção das variáveis

As parcelas foram medidas em 2004, e no mesmo ano o povoamento foi submetido a um desbaste leve e em diferentes classes diamétricas. No ano de 2011 foi efetuado um novo inventário, e em cada parcela e ocasião foram medidos os diâmetros à 1,30 m de altura do solo (dap), de todas as árvores.

Frequências diamétricas estimadas

Foram testadas seis funções de densidade probabilística para a obtenção das distribuições de frequências de árvores por classes de diâmetro. Para a análise, avaliou-se o desempenho de cada função para distribuições nos intervalos de classe de 3 cm, para o povoamento antes do desbaste (2004) e após ter sido desbastado (2011).

As funções ajustadas para cada parcela e medição estão descritas a seguir:

Função Normal:

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

Em que: d = variável aleatória cuja distribuição se pretende estudar (diâmetro em cm); μ = média aritmética da variável aleatória x (diâmetro médio em cm); σ = desvio padrão da variável aleatória x ; σ^2 = é a variância da variável aleatória d ; e = indica a constante “e” de Euler (2,71828182845905...); π = constante “pi” (3, 141592653589794...).

Função Log-normal:

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

Em que: d = variável aleatória cuja distribuição se pretende estudar (diâmetro em cm); μ = média aritmética da variável aleatória x (diâmetro médio em cm); σ^2 = é a variância da variável aleatória d ; e = indica a constante “e” de Euler (2,71828182845905...); π = constante “pi” (3, 141592653589794...).

Função Gamma:

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

Em que: α, β = parâmetros de forma (α) e escala (β) da distribuição a serem estimados; Γ = função Gamma caracterizada pela seguinte expressão (para qualquer $\alpha \leq 0$):

Segundo MACHADO et al., (2009), essa é uma forma alternativa de representação da função Gamma, quando se assume que x é maior ou igual ao diâmetro mínimo (d_{min}).

Função Beta:

$$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta) \cdot (b - a)^{\alpha+\beta-1}} (d - a)^{\alpha-1} (b - d)^{\beta-1}$$

Em que: α, β = parâmetros da distribuição beta a serem estimados; a e b = limites inferior e superior da distribuição.

Segundo SCOLFORO (1995), os limites a e b podem ser os diâmetros mínimo e máximo absolutos reais ou então, segundo LOETSCH et al., (1973), os limites inferior e superior, respectivamente, da primeira e da última classes diamétricas.

Função Weibull 3P:

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

Em que: a , b , c = parâmetros de localização (a), escala (b) e forma (c) da distribuição a serem estimados; d = variável aleatória cuja distribuição se pretende estudar (diâmetro em cm).

Distribuição Sb de Johnson:

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

Em que: λ , δ , ε , γ = parâmetros de limite inferior (ε), amplitude (λ), assimetria (δ), e curtose (γ) da distribuição a serem estimados.

Segundo ARCE (2004), o parâmetro ε (localização) deve ser um valor menor ou igual ao diâmetro mínimo observado, e o parâmetro λ (escala) expressa a amplitude entre o menor e o maior diâmetro observado.

Ajuste das funções

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 da distribuição Gamma e Beta foram estimados com o Método dos Momentos e os parâmetros das distribuições Sb de Johnson e Weibull 3P foram estimados com o Método dos Mínimos Quadrados.

Consistências dos ajustes das funções

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.

$$D_{calc} = \frac{SUP_x |F_{O(x)} - F_{E(x)}|}{n}$$

Em que: Fe = frequência acumulada observada e Fo = frequência estimada pela função densidade de probabilidade.

Para comparar as funções ajustadas foram utilizados, além do teste Kolmogorov-Smirnov, as somas de quadrados de desvios e a análise gráfica de resíduo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se a estatística descritiva para os diâmetros à altura do peito (dap's) para o ano de 2004 e de 2011 (desbastado).

Nota-se que o povoamento de 2011 apresentou a menor dispersão em relação às médias dos dap's que em 2004. Os dap's variaram entre 5,0 cm e 53,2 cm em 2004 e 10,3 cm e 53,5 cm em 2011.

TABELA 1. Estatísticas descritivas do dap para o povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze nos anos de 2004 e 2011

Estatística	ano 2004	ano 2011
Média	22,4 cm	26,7 cm
Erro padrão	0,1 cm	0,2 cm
Mediana	21,5 cm	25,8 cm
Moda	17,2 cm	20,7 cm
Desvio padrão	8,1 cm	7,8 cm
Variância da amostra	65,2 9 (cm) ²	60,9 (cm) ²
Curtose	-0,5	-0,4
Assimetria	0,4	0,5
Intervalo	48,2 cm	43,1 cm
Mínimo	5,0 cm	10,3 cm
Máximo	53,2 cm	53,5 cm
Soma	65993,0 cm	58401,6 cm
Contagem	2951	2184

Observando a Tabela 2, na qual estão descritas as frequências relativas por classe diamétrica, nota-se que no ano de 2004 a maior frequência de indivíduos ocorreu nas classes entre 13 à 19 cm de dap, totalizando 27,5% da população nessas classes. Após o desbaste, no ano de 2011 a maior concentração ocorreu entre os dap's de 19 à 25 cm, totalizando 28,6% da população nessas classes. Com o passar dos anos as maiores frequências passaram a pertencer às maiores classes de dap, resultado do incremento em diâmetro.

É possível verificar que em 2011 não há árvores nas classes entre 4 à 10 cm de diâmetro, resultado do incremento em diâmetro com o passar dos anos.

TABELA 2. Frequência relativa por classe de dap, para o povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, nos anos de 2004 e 2011.

Classe de dap (cm)	Centro de Classe (cm)	2004	2011
4-7	5,5	0,37 %	-
7-10	8,5	2,7%	-
10-13	11,5	8,9%	0,5%
13-16	14,5	13,7%	5,4%
16-19	17,5	13,8%	12,1%
19-22	20,5	12,6%	14,5%
22-25	23,5	11,1%	14,1%
25-28	26,5	11,1%	12,0%
28-31	29,5	9,3%	11,9%
31-34	32,5	6,9%	10,2%
34-37	35,5	5,1%	7,9%
37-40	38,5	2,6%	5,6%
40-43	41,5	1,1%	3,0%
43-46	44,5	0,5%	1,5%
46-49	47,5	0,1%	0,9%
49-52	50,5	-	0,2%
52-55	53,5	-	0,05%
Total		100%	100%

Na Tabela 3 estão os parâmetros resultantes do ajuste dos modelos de distribuição diamétrica utilizados para a obtenção da frequência esperada de árvores por classes diamétricas.

TABELA 3. Parâmetros estimados para o povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze nos anos de 2004 e 2011.

Função	Parâmetros	2004	2011
Normal	μ	22,363	26,73
	σ	8,076	7,82
Log-normal	μ	3,038	3,24
	σ^2	0,145	0,09
Beta	α	2,605	2,345
	β	4,610	3,829
Gamma	α	4,641	4,393
	β	3,749	3,729
Weibull 3P	A	4,966	11,809
	B	19,701	17,309
	C	2,129	1,886

Sb de Johnson	ϵ	4,970	10,350
	λ	45,465	43,754
	δ	1,156	1,140
	γ	0,647	0,688

Em relação às distribuições, Weibull 3P e Sb de Johnson, nota-se a grande semelhança entre os parâmetros, com exceção dos parâmetros de locação, “a” para Weibull 3P, “ ϵ ” para Sb de Johnson.

TABAI (1999) estudou a distribuição diamétrica de *Pinus taeda* através da função Sb e, avaliou a correlação dos parâmetros com a idade, concluindo que o parâmetro locação (ϵ) é altamente correlacionado com a idade, ou seja, como as medições do presente estudo foram efetuadas em idades diferentes, é esperado que o parâmetro “ ϵ ” seja diferente entre os anos de 2004 e 2011.

De acordo com FIGURA (2010), a estimativa do parâmetro de locação da distribuição de Weibull é responsável pelo início da curva, sendo também relacionado ao diâmetro mínimo. Como, com o decorrer do período, as árvores menores ingressaram em novas classes de dap, é esperado que o parâmetro “a” seja diferente nos dois períodos avaliados.

Os parâmetros δ e γ da função Sb afetam a curtose e a assimetria respectivamente e λ afeta amplitude, já na função de Weibull 3P, “b” é o parâmetro de escala e “c” parâmetro de forma. Isso significa que a curtose, assimetria e amplitude no povoamento não mudaram entre as medições, ou seja, essas características confirmam que o desbaste foi feito de maneira leve e em todas as classes diamétricas.

Na Tabela 4, encontram-se os valores D tabelado obtido a partir da tabela de Kolmogorov-Smirnov, D calculados através do teste de Kolmogorov-Smirnov, soma dos quadrados dos resíduos (SQR), e erro padrão das estimativas (Syx%) para os anos de 2004 e 2011.

TABELA 4. Funções de distribuição probabilísticas (fdp) e respectivos valores de D tabelado, D calculado, soma dos quadrados dos resíduos e erro padrão das estimativas para o povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze nos anos de 2004 e 2011

Funções	Ano	D tab 95%	D calc	SQR	Syx
Normal	2004	0,025	0,069*	47651,5	32%
	2011	0,029	0,070*	26416,6	32%
Log-normal	2004	0,025	0,051*	26635,3	23%
	2011	0,029	0,035*	12791,8	22%
Beta	2004	0,025	0,021	10380,8	14%
	2011	0,029	0,018	4841,8	13%
Gamma	2004	0,025	0,048*	29879,1	24%

	2011	0,029	0,042*	15708,2	24%
Weibull 3P	2004	0,025	0,020	12397,5	16%
	2011	0,029	0,027	3956,0	12%
Sb de Johnson	2004	0,025	0,013	5132,6	11%
	2011	0,029	0,009	19848,0	9%

Legenda: *Significativo a 5% no teste bilateral

Os valores calculados do teste de Kolmogorov-Smirnov 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, o modelo representou bem o conjunto de dados. Sendo assim, a aderência dos valores estimados ocorreu nas distribuições Beta, Weibull 3P e Sb de Johnson tanto no ano de 2004, quanto no ano de 2011 quando o povoamento já havia sido desbastado.

Em contrapartida, os ajustes que apresentaram valores significativos, são inadequados para descrever o conjunto de dados. Desta forma, foi possível verificar que a função Normal, Log-normal, e Gamma não apresentaram boa aderência aos dados também para 2004 e 2011, ou seja, são inadequados para descrever a distribuição diamétrica dessa espécie em povoamentos submetidos às mesmas condições aqui apresentadas.

O modelo Sb de Johnson foi o modelo que apresentou melhor eficiência para as duas realidades, seguido de Weibull 3P e Beta para o ano de 2004, e de Beta e Weibull 3P para 2011. Através desses resultados pode-se concluir que para povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze tanto em estoque máximo quanto desbastado, esses três modelos pouco se alteraram.

SILVA (1999), trabalhando com *Eucalyptus camaldulensis* no Estado do Mato Grosso, concluiu que o melhor ajuste para a distribuição diamétrica para essa espécie foi obtido com a função Sb de Johnson pelo método dos momentos.

No estudo avaliando o comportamento de funções de densidade probabilística no ajuste da distribuição diamétrica de *Araucaria angustifolia* em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista MACHADO et al., (2009) concluíram que a função Sb de Johnson foi uma das funções que se ajustou de forma mais eficiente e flexível para a distribuição diamétrica da espécie. Já as distribuições Gamma e Weibull 2P apresentaram os piores desempenhos dentre as funções testadas para a estimativa da frequência por classe diamétrica.

Nas Figuras 1 e 2 estão representadas as curvas de distribuição diamétrica estimadas em relação ao histograma de frequências observadas (N/ha) para os anos de 2004 e 2011 respectivamente.

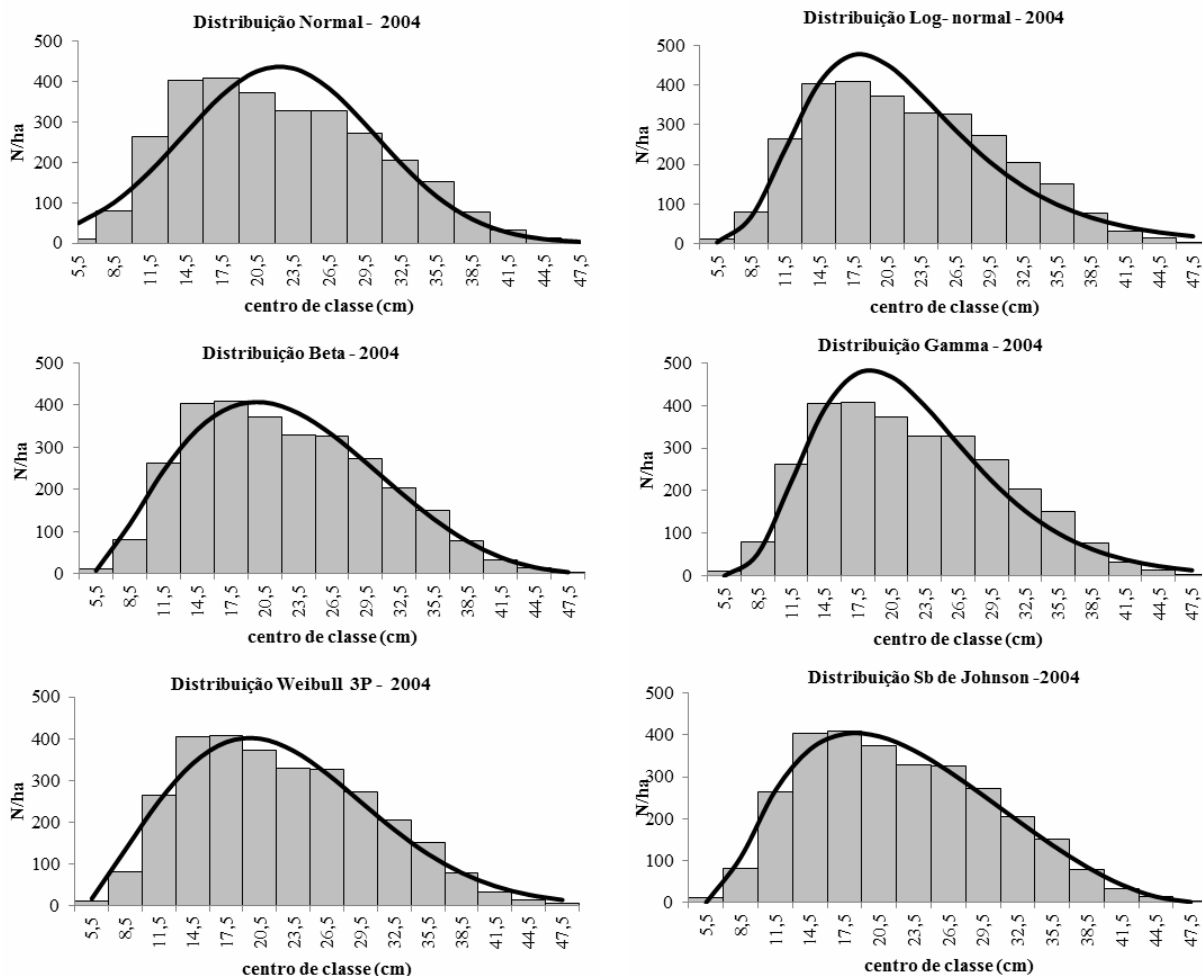
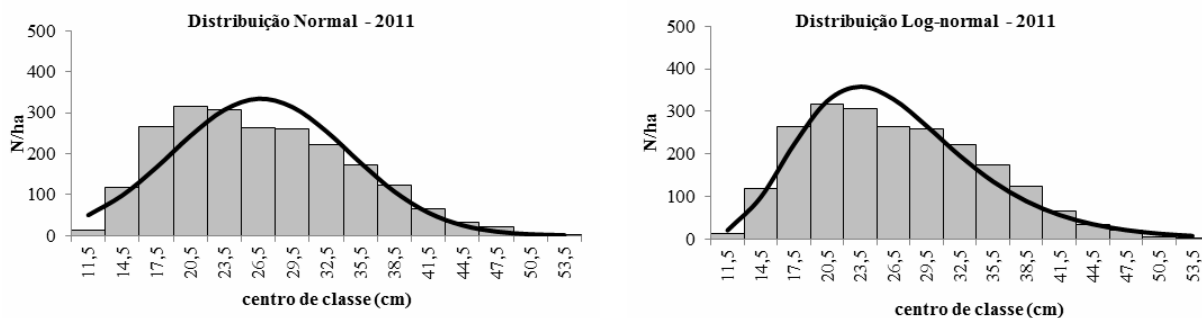


FIGURA 1. Curvas de distribuição diamétrica estimadas para a espécie estudada em 2004, traçada sobre seu respectivo histograma de frequência observada por hectare (N/ha).

Nota-se na Figura 1 a não aderência das funções Normal, Log-normal e Gamma e a forte tendenciosidade em superestimar o número de árvores nas classes intermediárias. Pode-se perceber também que a função Sb de Johnson é a que melhor representa a distribuição diamétrica.



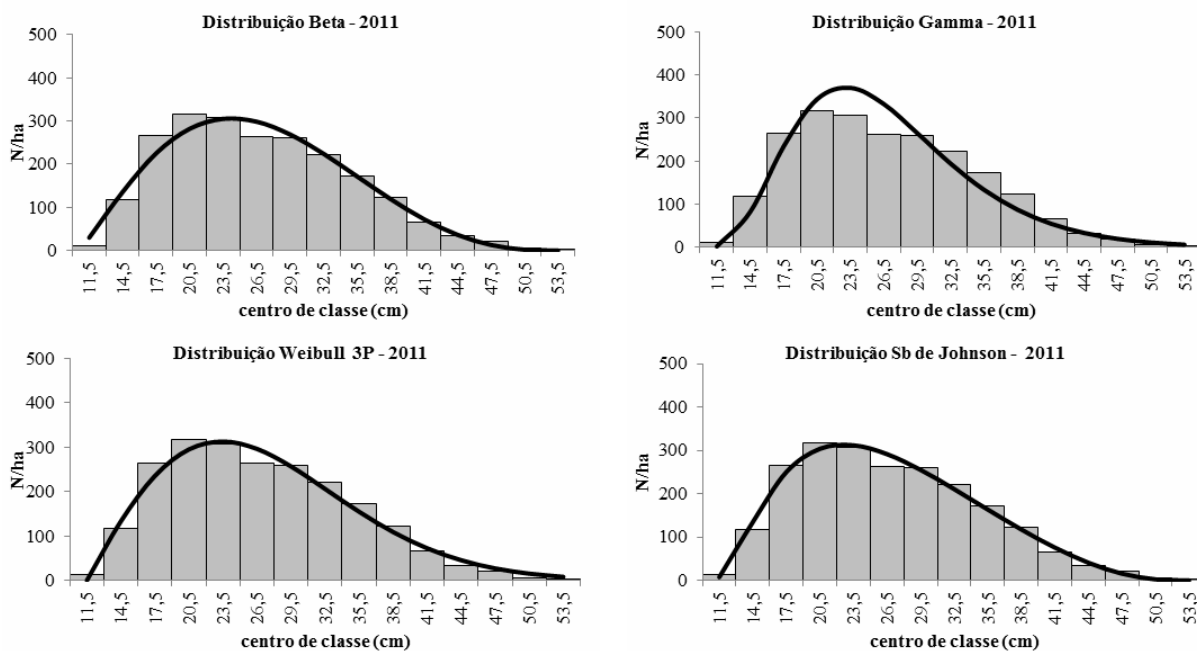


FIGURA 2. Curvas de distribuição diamétrica estimadas para a espécie estudada em 2011, traçada sobre seu respectivo histograma de frequência observada por hectare (N/ha).

Na Figura 2, nota-se também as mesmas relações ocorridas no ano de 2004, ou seja, a não aderência das funções Normal, Log-normal e Gamma e a forte tendenciosidade em superestimar o número de árvores nas classes intermediárias, e o melhor desempenho da função Sb de Johnson.

O fato de as mesmas funções de densidade probabilísticas se ajustarem para as diferentes realidades confirma mais uma vez que o desbaste foi leve e abrangendo todas as classes diamétricas.

Na Tabela 5 estão as estatísticas dos valores observados em relação às estatísticas dos melhores modelos.

TABELA 5. Estatísticas dos valores observados em relação às estatísticas dos melhores modelos para o povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze nos anos de 2004 e 2011

		Média	Moda	Variância
Valores observados	2004	22,36	20,5	65,22
	2011	26,73	20,5	61,08
Beta	2004	22,38	20,5	64,95
	2011	26,72	23,5	61,28
Weibull	2004	22,31	20,5	70,96
	2011	27,12	26,5	67,58
Sb de Johnson	2004	22,32	17,5	65,83
	2011	26,70	23,5	61,28

As estatísticas da Tabela 5 confirmam a eficiência das funções selecionadas, pois as médias e variâncias dos valores dos parâmetros observados estão muito próximos dos valores paramétricos das funções probabilísticas ajustadas. As modas revelam também proximidade com os parâmetros das distribuições ajustadas.

CONCLUSÕES

A aderência dos valores estimados ocorreu nas distribuições Beta, Weibull 3P e Sb de Johnson tanto no ano de 2004, quanto no ano de 2011 quando o povoamento já havia sido desbastado;

A aderência das mesmas distribuições para os anos de 2004 e 2011 confirmam que o desbaste foi feito de forma leve e em todas as classes diamétricas;

No ano de 2004 o modelo Sb de Johnson foi o modelo que apresentou melhor eficiência, seguido de Weibull 3P e Beta;

O modelo Sb de Johnson também foi o melhor para o ano de 2011, seguido da função Beta e Weibull 3P;

A função Normal, Log-normal e Gamma foram inadequadas para descrever a distribuição diamétrica da *Araucaria angustifolia* tanto para povoamento antes do desbaste, como após ser desbastado.

REFERÊNCIAS

ARCE, J.E, Modelagem da estrutura de florestas clonais de *populus deltoides* marsh. através de distribuições diamétricas probabilísticas. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, 2004.

BREPOHL, D. A contribuição econômica da exploração da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: IUFRO Meeting on forestry problems of the genus *Araucaria* (1:1979: Curitiba). Forestry problems of genus *Araucaria*. **FUPEF**, Curitiba, p. 347-350, 1980.

BURKHART, H. E.; CAO, Q. V.; WARE, K. D. **A comparison of growth and yield prediction models for loblolly pine**. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University, School of Forestry and Wildlife Resources, 1981. 59 p.

FIGURA, M.A. **A distribuição de Weibull na descrição da estrutura diamétrica de *Eucalyptus grandis*: Um enfoque sobre o método dos momentos**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. **Forest Inventory**. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 1973. 469 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 378 p.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Rio de Janeiro : Livraria José Olympio Editora, 1981, 450p.

MACHADO, S. A., AUGUSTYNCZIK, A. L. D., NASCIMENTO, R. G. M., FIGURA, M. A., SILVA, L. C. R., 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, Mar./Apr. 2009.

SANTOS, W. C., **Análise de características dendrométricas e fatores edáficos no crescimento e produção de um povoamento de *Araucaria Angustifolia* (bert.) o. ktze.** 2006. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Paraná- UFPR, Curitiba, 2006.

SCOLFORO, J.R. **Mensuração Florestal 6:** crescimento florestal 2. Lavras: ESAL/FAEPE, 1995. 243 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal:** modelos de crescimento e produção florestal. Lavras, UFLA/FAEPE, 2006. 393 p.

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.

TABAI, F.C.V. **O estudo da acuracidade da distribuição SB para representar a estrutura diamétrica de *Pinus taeda*, através de cinco métodos de ajuste.** 1999. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.