

**Modelagem da Distribuição Diamétrica de Quatro
Espécies de *Lauraceae* em um Fragmento de Floresta
Ombrófila Mista**

**Modeling the Diameter Distribution of four *Lauraceae*
Species in a Fragment of Mixed Ombrophyllous Forest**

Sebastião do Amaral Machado

Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, PR
samachado@ufpr.br

Angelo Alberto Pacheco dos Santos

Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, PR
angelopachecos@gmail.com

Rodrigo Geroni Mendes do Nascimento

Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, PR
geronimendes@hotmail.com

Alan Lessa Derci Augustynczik

Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, PR
alanterna@hotmail.com

Naiara Teodoro Zamin

Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba, PR
narazamin@hotmail.com

Resumo: O presente estudo teve como objetivo ajustar e selecionar funções de densidade de probabilidade que descrevam a distribuição diamétrica de quatro espécies de *Lauraceae* existentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. Os dados usados no ajuste das funções provêm do censo realizado em um fragmento de 15,24 ha, conhecido como Capão da Engenharia Florestal, localizado no *Campus* Jardim Botânico da UFPR, Curitiba (PR), em que foram medidas, marcadas, identificadas e georreferenciadas todas as árvores com DAP acima de

Recebido em 15/12/2009 - Aceito em 07/08/2010

RECEN Guarapuava, Paraná v. 12 nº 1 p. 91-105 jan/jun 2010

dez centímetros. Foram então ajustadas as funções probabilísticas de Weibull 2 e 3 parâmetros, Gamma, Gamma (adaptada), Sb de Johnson, Beta, Weber, Péllico, e as Exponenciais de Meyer tipo I, e tipo II. As funções foram ajustadas pelo método dos mínimos quadrados, utilizando um intervalo de classe de cinco centímetros. Os critérios de seleção utilizados foram o teste de Kolmogorov-Smirnov e a soma de quadrados dos resíduos. De acordo com estes critérios, a função de Weber foi a que melhor descreveu a distribuição diamétrica de *Ocotea bicolor* Vattimo e *Nectandra lanceolata* Ness. Para *Ocotea nutans* (Nees) Mez e *Ocotea puberula* (Reich.) Ness, os modelos que melhor representaram sua distribuição foram as funções Weibull 3 parâmetros e Sb de Johnson, respectivamente.

Palavras-chave: distribuição probabilística; teste de aderência; *Ocotea spp.*; *Nectandra spp.*

Abstract: The objective of this study was to fit and to select probabilistic density functions that describe diametric distribution of four Lauraceae species in a remnant of Mixed Ombrophylous Forest. The data used for the fit of the functions were obtained from a census carried out in a fragment with 15.24ha, known as “Capão da Engenharia Florestal”, located in the Campus Jardim Botânico of the UFPR, Curitiba-PR. All trees with DBH above 10 cm were measured, labeled, identified and georeferenced. The following probabilistic density functions were fit: Weibull 2 and 3 parameters, Gamma, Gamma (adapted), Sb of Johnson, Beta, Weber, Péllico, and the Exponenciais of Meyer type I and II. These functions were fit by the least square method, being used class interval of 5cm. The criteria used to select the best probabilistic density function were the Kolmogorov-Smirnov test and the residuals sum of square. According to these criteria the Weber’s function was the best to describe *Ocotea bicolor* Vattimo and *Nectandra lanceolata* Ness’s diametric distribution. The models that showed the best fit for *Ocotea nutans* (Nees) Mez and *Ocotea puberula* (Reich.) Ness were the Weibull 3 parameters and the Sb of Johnson, respectively.

Key words: probabilistic distribution; adherence test, *Ocotea spp.*; *Nectandra spp.*

1 Introdução

A Floresta Ombrófila Mista compreende as formações vegetacionais típicas dos planaltos da região sul do Brasil que, originalmente, ocupava uma área de aproximadamente vinte milhões de hectares, sendo que 40% desse total localizavam-se no estado do Paraná [1]. Devido à grande exploração dessas florestas ao longo dos anos, esta área foi reduzida a 2.506.485 hectares distribuídos entre florestas secundárias em estágio inicial, médio e avançado de sucessão [2]. Atualmente, essa pequena porção de floresta remanescente está dispersa sob a forma de pequenos fragmentos, também conhecidos como capões.

Segundo Souza & Lorenzi [3], a família Lauraceae se insere entre as famílias de maior riqueza florística em ecossistemas florestais brasileiros, com destaque para a Floresta Ombrófila Mista e Floresta Ombrófila Densa. Devido à sua grande importância econômica, relacionada principalmente aos gêneros *Ocotea*, *Aniba* e *Nectandra*, sofreu igualmente grande exploração ao longo dos anos e, por esse motivo, faz-se necessária a adoção de medidas efetivas para sua preservação [4].

Segundo Shaaf et al [5], para que a Floresta Ombrófila Mista e suas principais famílias botânicas sejam efetivamente preservadas e continuem oferecendo seus benefícios diretos e indiretos, não basta apenas o enrijecimento das leis ambientais, mas também gerar conhecimento acerca da estrutura dos remanescentes dessa formação florestal, auxiliando, assim, a elaboração de novas técnicas de manejo que permitam conservar e utilizar racionalmente esses recursos.

Nesse contexto, a distribuição diamétrica surge como um potente indicador da estrutura florestal, pois permite distinguir diferentes tipologias florestais e fornece base para identificar a intensidade da regeneração natural em nível de espécie e para a floresta como um todo, além de ser uma importante medida do estoque em crescimento [6].

Atualmente, a melhor forma de descrever a estrutura diamétrica de uma floresta ou de uma espécie é através do emprego de funções de densidade probabilística (FDP), pois essas permitem obter a probabilidade de as árvores ocorrerem dentro de determinados intervalos de diâmetro. Devido às características singulares de cada espécie florestal, surge a necessidade de que os modelos utilizados

para descrever a estrutura diamétrica sejam devidamente testados e selecionados de forma a identificar qual deles proporciona maior consistência para descrever o comportamento da variável de interesse.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi ajustar e selecionar funções de densidade de probabilidade que descrevam a distribuição diamétrica de quatro espécies de Lauraceae existentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista: *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, e *Ocotea nutans* (Nees) Mez, *Ocotea bicolor* Vattimo e *Nectandra lanceolata* Nees.

2 Material e métodos

A área de estudo compreende um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, conhecido como Capão da Engenharia Florestal, situado em Curitiba (PR) entre as coordenadas 25°26'50" e 25°27'33"S e 49°14'16" e 49°14'33"W, a aproximadamente novecentos metros de altitude. Conforme classificação de Köppen, o clima é classificado como Cfb: subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, inverno com geadas frequentes, sem estação seca. As temperaturas médias anuais nos meses quentes e frios são inferiores a 22 e 18°C, respectivamente, sendo a temperatura média anual de 17°C. Segundo dados do SIMEPAR [7], as médias de umidade relativa do ar e precipitação dos últimos três anos, nesta região, foram iguais a 80% e 1250mm, respectivamente. Verificou-se a existência de Gleissolos próximos aos canais de drenagem e de Cambissolos e Argissolos nas regiões mais drenadas [8].

A área total desse remanescente é de aproximadamente 15,24ha, sendo 12,96ha ocupados por Floresta Ombrófila Mista [8]. Por se tratar de uma área urbana, observa-se um alto nível de antropização, principalmente nas bordaduras do capão, onde prevalecem capoeiras e capoeirões, com presença marcante de taquarais, em uma área de aproximadamente 2,28ha.

Os dados utilizados provieram de censo, ou inventário a 100%, realizado no capão, pelo Laboratório de Dendrometria (LADEN) da UFPR, durante os anos de 2006 e 2007.

Para realização do censo, a área foi dividida em blocos de 50x50m, nos quais todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) acima de dez centímetros foram medidos, identificados, plaqueteados e georreferenciados.

Foram encontrados 445, 218, 149 e 141 indivíduos de *Ocotea puberula*, *O. nutans*, *O. bicolor* e *Nectandra lanceolata* respectivamente, os quais tiveram suas circunferências, à altura do peito (CAP), medidas com fita métrica.

Para cada espécie estudada, foram ajustadas e testadas funções de densidade de probabilidade tradicionais [5,9] como a Weibull 2 e 3 parâmetros, Gamma, Sb de Johnson, Beta e as Exponenciais de Meyer tipo I, e tipo II, e também funções desenvolvidas especificamente para a área florestal, como a função de Weber e a de Péllico (Tabela 1). Segundo Machado et al. [9], a função Gamma, em sua forma original, apresenta os coeficientes de seu denominador vinculados ao numerador, podendo se tornar mais inflexível comparativamente a uma função que não apresente esta condição. Sendo assim, para flexibilizar o modelo, os autores propuseram a substituição do denominador por outro que não apresentasse o coeficiente vinculado ao numerador. Dessa forma, ajustou-se esta função Gamma adaptada, apresentada na tabela 1.

Na modelagem das distribuições de frequência diamétrica, adotou-se um intervalo de classe de cinco centímetros para as quatro espécies.

Para avaliar a distribuição diamétrica das espécies estudadas, foi necessário realizar o levantamento de elementos quantitativos que a compõem, portanto, foram calculadas estatísticas descritivas que fornecem informações preliminares da estrutura diamétrica dessas espécies.

Tabela 1 Funções de densidade probabilística desenvolvidas para a área florestal ajustadas para quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Distribuição	Função de densidade	Condições
Weber	$f(x) = \frac{x^a}{(b + c \cdot x)^d}$	$0 \leq x < +\infty;$ $d \geq a + 1;$ $d \neq a + 2;$ $d \neq a + 3;$ $a, b, c > 0.$
Pélico	$f(x) = \frac{a \cdot x^2}{b + c \cdot x^6}$	$x \geq 0;$ $a, b, c > 0.$
Gamma* (adaptada)	$f(x) = \frac{(x - x_{\min})^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{1}{\beta}\right) \cdot (x - x_{\min})}}{\gamma \cdot \beta^\alpha}$	$x \geq x_{\min} ;$ $\alpha, \beta, \gamma > 0;$ $-\infty < x_{\min} < x_{\max} < +\infty$

Legenda: f(x) = Função densidade de probabilidade da variável x; x = Variável aleatória; xmax = Valor Máximo de x; xmin = Valor mínimo de x; e = Constante de Euler (2,7182...); a , b , c , d , α , β , γ = Parâmetros a serem estimados.

Para realizar o ajuste das funções, isto é, para a obtenção dos parâmetros das funções de densidade probabilística, foi criada uma planilha no *software* MS Excel [10], onde se obtiveram as frequências por classe diamétrica, e os valores iniciais dos parâmetros, (sementes) de cada função. Estes valores iniciais, ou sementes, juntamente com as frequências por classe diamétrica, foram então processados no software MS Excel pelo método dos mínimos quadrados, através da ferramenta Solver, que utiliza o algoritmo linear de gradiente reduzido generalizado (GRG) na interação dos parâmetros.

A comparação e escolha da função que melhor descreveu a distribuição diamétrica das espécies estudadas foram baseadas na média de estatísticas que indicam a aderência dos modelos aos dados observados e a precisão dessas funções, como o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov (D $\alpha= 0,05$), e a soma de quadrados dos resíduos.

3 Resultados

É possível observar, na tabela 2, que *O. puberula* apresentou a menor dispersão em relação às médias dos DAP's que as demais espécies. A análise da medida de dispersão inter-quartil ($Q_3 - Q_1$) revelou que 50% dos dados estão compreendidos em uma amplitude de 11,4; 6,4; 7,8; 11,0 cm de DAP, para *Ocotea puberula*, *O. nutans*, *O. bicolor* e *Nectandra lanceolata*, respectivamente. Estas espécies apresentaram amplitudes diamétricas distintas; o diâmetro máximo variou entre 57,1 cm para *O. bicolor* e 70,9 cm para *Nectandra lanceolata*.

Tabela 2. Estatísticas descritivas do diâmetro à altura do peito (DAP) para quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Estatística	<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. lanceolata</i>
Frequência	445	218	149	141
Média	22,7	17,1	17,8	21,2
Mediana	21,9	14,5	14,6	19,3
Moda	18,4	10,4	10,2	11,1
DAPmin	10,0	10,1	10,0	10,0
DAPmax	62,9	66,5	57,1	70,9
Amplitude	52,8	56,4	47,1	60,8
Q1	16,3	12,2	12,1	14,2
Q3	27,7	18,5	19,9	25,2
Inter quartil	11,4	6,3	7,8	11,0
S ²	66,4	67,7	75,4	84,6
S	8,1	8,2	8,7	9,2
CV	35,9	48,0	48,8	43,4
Assimetria	0,01	0,28	0,34	0,07
Curtose	0,32	0,27	0,33	0,36

Na tabela 3, estão representadas as frequências relativas por classe diamétrica em relação à frequência observada, e nela foi possível observar que 53,2% dos indivíduos de *O. nutans* estão concentrados na classe de DAP que vai de 10 a 15 cm e 30,3% dos indivíduos na classe subsequente, totalizando 83,5% das árvores nas duas primeiras classes diamétricas, que estão compreendidas entre os diâmetros

de 10 a 20 cm. *O. puberula* apresentou uma concentração maior de indivíduos na segunda e terceira classes de diâmetro, totalizando 46,9% dos indivíduos nas classes compreendidas entre os diâmetros de 15 a 25 cm. *O. bicolor* apresentou 53% dos indivíduos na primeira classe de diâmetro, compreendida entre os diâmetros de 10 a 15 cm. *N. lanceolata* apresentou uma maior concentração de árvores nas três primeiras classes diamétricas, com 74% dos indivíduos compreendidos entre 10 e 25 cm. As quatro espécies apresentaram poucos indivíduos de grande porte nas últimas classes de diâmetro, o que proporcionou classes diamétricas intermediárias sem árvores.

Tabela 3. Frequência relativa por classe diamétrica para quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Centro de Classe	<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. lanceolata</i>
12,5	18,7%	53,2%	53,0%	29,1%
17,5	22,2%	30,3%	22,1%	24,8%
22,5	24,7%	6,0%	10,7%	20,6%
27,5	16,9%	2,8%	4,7%	12,8%
32,5	9,9%	2,3%	3,4%	6,4%
37,5	5,2%	1,4%	2,7%	2,1%
42,5	1,3%	2,8%	1,3%	1,4%
47,5	0,4%	0,5%	1,3%	1,4%
52,5	0,2%	0,5%	-	0,7%
57,5	-	-	0,7%	-
62,5	0,4%	-	-	-
67,5	-	0,5%	-	-
72,5	-	-	-	0,7%
Total	100%	100%	100%	100%

Como previsto na análise preliminar dos dados, as curvas de distribuição diamétrica apresentaram grande concentração de indivíduos nas classes de DAP inferiores, apresentando-se na forma de “J invertido” para *O. nutans*, *O. bicolor* e *N. lanceolata* e forma unimodal com forte assimetria a direita para *O. puberula*. Este resultado é similar ao observado por Scolforo [6] o qual afirmou que a distribuição decrescente ou em forma de “J” invertido é característica da maioria das florestas nativas, porém distribuições unimodais podem ser encontradas quando se consideram populações de uma única espécie.

Na tabela 4, são apresentados os parâmetros obtidos no ajuste dos modelos de distribuição diamétrica. Esses valores foram utilizados diretamente nas funções de densidade probabilística para obtenção da frequência de árvores por classe diamétrica das espécies estudadas. Através desta tabela foi possível verificar que, de maneira geral, os parâmetros das funções não apresentaram tendência de similaridade entre as espécies. A ausência dessa tendência demonstra que não é viável o uso de uma mesma função para mais de uma espécie.

Tabela 4. Parâmetros estimados das funções de distribuição diamétrica para quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Função	Parâmetros	Espécies			
		<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. lanceolata</i>
Weibull 2P	b	23,47068	14,59856	13,80597	19,49705
	c	2,80322	4,18392	3,68696	2,51423
Weibull 3p	a	9,02700	9,02700	10,03000	9,02700
	b	15,71161	6,74050	6,09422	12,62841
	c	1,72230	1,45452	0,92114	1,38528
Gamma	α	2,02686	1,29444	0,88717	1,50579
	β	7,04326	5,02163	6,93958	7,95284
Gamma Adaptada	α	2,00431	2,48726	0,66437	1,51907
	β	7,21087	2,21900	9,63697	7,80324
	γ	0,98012	1,60672	1,19406	0,89779
Sb de Johnson	ϵ	4,51350	6,51950	9,52850	8,52550
	λ	62,86620	66,52677	57,13662	70,86000
	δ	1,44583	1,68288	0,83192	1,08696
	γ	1,44612	3,39094	1,95549	1,88150
Beta	α	1,70673	1,14188	0,79395	1,31249
	β	5,11033	9,74086	6,13927	6,05818
Weber	a	5,34507	17,51292	1,94E-11	3,61540
	b	1,11992	1,72564	0,74495	1,29671
	c	0,00288	0,08925	0,07346	0,01157
	d	116,33780	44,49970	4,40940	32,81204
Pélico	a	4.400,0320	26049,6939	30569,6301	7957,6762
	b	21.209.441	21.209.415	21.209.414	21.209.422
	c	0,19493	4,40085	6,26920	0,68067
Exponencial de Meyer I	a	212,90036	868,68196	592,62053	110,06712
	b	0,05025	0,15910	0,16183	0,07098
Exponencial de Meyer II	a	128,27937	248,49029	168,31560	55,09052
	b	0,000995	0,00476	0,00495	0,00155

Como podem ser visualizados na tabela 5, os valores D calculados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov que foram menores que o tabelado, indicam a aceitação da hipótese de nulidade, o que provou que as frequências esperadas e observadas são similares sob ponto de vista estatístico, ou seja, o modelo descreveu bem o conjunto de dados. Em contrapartida, os ajustes que apresentaram valores significativos, são inadequados para descrever o conjunto de dados. Desta forma, foi possível verificar que a função Weibull 2P e a Exponencial de Meyer Tipo I não apresentaram boa aderência aos dados de *O. puberula*, e são inadequados para descrever a distribuição diamétrica dessa espécie.

Tabela 5. Teste de Kolmogorov-Smirnov, erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%) e soma de quadrados dos resíduos para cada uma das funções ajustadas para as quatro espécies estudadas

Distribuição	Estatísticas	Espécies			
		<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. Lanceolata</i>
Weibull 2P	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,08359*	0,16706*	0,24742*	0,16590*
	Syx %	14,19%	25,99%	41,91%	28,05%
	SQ resíduos	296,72	222,86	312,02	101,78
Weibull 3P	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,01547	0,04309	0,05060	0,02051
	Syx %	14,05%	20,34%	8,22%	12,68%
	SQ resíduos	290,76	136,48	11,99	20,81
Gamma	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,03783	0,09057	0,05446	0,03422
	Syx %	22,55%	29,34%	9,05%	15,61%
	SQ resíduos	749,25	284,02	14,53	31,5189
Gamma Adaptada	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,03840	0,08415	0,01411	0,02268
	Syx %	23,74%	16,82%	6,90%	16,28%
	SQ resíduos	737,76	84,08	7,39	31,20
Sb de Johnson	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,02672	0,03861	0,01688	0,02139
	Syx %	15,20%	19,95%	6,12%	17,20%
	SQ resíduos	340,26	131,41	6,66	38,29

Continua...

Continuação...

Distribuição	Estatísticas	Espécies			
		<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. Lanceolata</i>
Beta	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,02347	0,08380	0,08024	0,03836
	Syx %	15,56%	29,39%	12,59%	13,04%
	SQ resíduos	356,52	285,09	28,14	22,00
Weber	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,02208	0,06652	0,00668	0,01406
	Syx %	15,99%	19,30%	5,87%	13,94%
	SQ resíduos	292,76	98,36	4,60	20,58
Pélico	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,04100	0,05099	0,05137	0,04578
	Syx %	21,13%	27,37%	11,03%	29,91%
	SQ resíduos	584,38	222,48	18,89	105,22
Exponencial de Meyer I	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,10169*	0,04333	0,05194	0,06793
	Syx %	54,53%	32,01%	10,78%	31,57%
	SQ resíduos	4379,98	338,26	20,63	129,01
Exponencial de Meyer II	D tab. (5%)	0,06447	0,09211	0,11142	0,11453
	D Calc.	0,06023	0,04911	0,10372	0,02361
	Syx %	41,40%	25,56%	20,15%	17,10%
	SQ resíduos	2524,17	215,68	72,15	37,83

Conclusão

Legenda: *Significativo a 5% no teste bilateral.

Para *O. nutans*, *O. bicolor* e *N. lanceolata*, apenas a função Weibull 2P não foi aderente aos dados observados destas espécies. É possível observar, na tabela 5, que de modo geral, as funções com menores erros de estimativa para as quatro espécies foram as funções de Weber, Sb de Johnson e Weibul 3P.

Através do ranking elaborado para selecionar os melhores modelos, resumido na tabela 6, foi possível observar que a função proposta por Weber foi a que apresentou maior eficiência para representar os dados de *O. bicolor* e *N. lanceolata*; já para a *O. puberula* e *O. nutans*; as funções que melhor representaram suas séries de diâmetros foram as funções Weibull 3P e Sb de Johnson, respectivamente.

Tabela 6. Ordenamento (Ranking) das dez funções ajustadas para quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista

Distribuição	<i>O. puberula</i>	<i>O. nutans</i>	<i>O. bicolor</i>	<i>N. lanceolata</i>
Weber	2°	3°	1°	1°
Weibul 3P	1°	2°	4°	2°
Sb de Johnson	4°	1°	2°	4°
Gamma Adaptada	6°	4°	3°	3°
Gamma	7°	9°	6°	7°
Beta	3°	8°	8°	5°
Pélico	5°	6°	5°	8°
Exponencial de Meyer I	10°	7°	7°	9°
Exponencial de Meyer II	8°	5°	9°	6°
Weibull 2P	9°	10°	10°	10°

Weber [11] afirmou que a principal característica da função desenvolvida em sua pesquisa consistia na sua flexibilidade para representar uma grande quantidade de indivíduos contidos na primeira classe, seguido de um decréscimo abrupto nas classes diamétricas subsequentes. Isso explica o fato de a função de Weber ter obtido um melhor desempenho para *O. bicolor*, que apresenta uma distribuição diamétrica muito semelhante às condições que o autor descreveu. Entretanto, a função também demonstrou o melhor desempenho para descrever a distribuição de *N. lanceolata*, que não apresenta um decréscimo abrupto de indivíduos entre as classes, indicando uma boa flexibilidade para descrever distribuições de formas diversas. Na figura 1, estão apresentadas as curvas de distribuição diamétrica ajustadas, através dos melhores modelos ajustados para cada espécie em relação ao histograma de frequência por hectare observada. É

possível observar, nessa figura, que os modelos ajustados representam bem os dados reais em todas as classes de diâmetro.

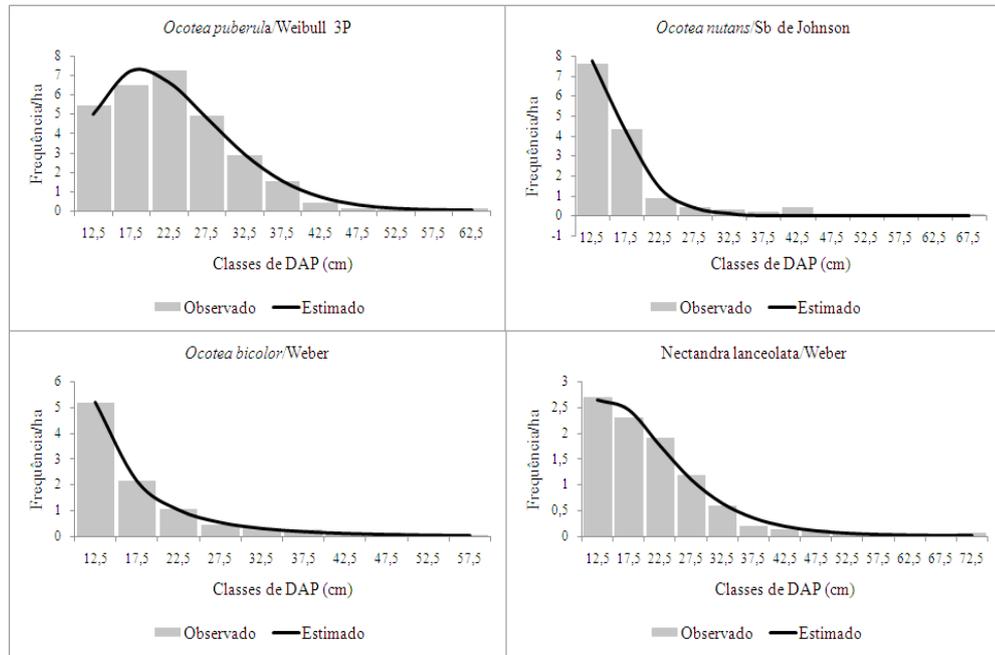


Figura 1. Curvas de distribuição diamétrica estimadas pela melhor função ajustada para cada espécie estudada, traçada sobre seu respectivo histograma de frequência observada por hectare

A função Gamma adaptada, proposta por Machado et al. [9], propiciou um melhor desempenho em comparação ao modelo original para as quatro espécies estudadas, o que corrobora o resultado obtido pelos autores, que ajustaram ambas as funções para descrever a distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Mista.

4 Conclusões

Após as análises realizadas no presente estudo, chegou-se às conclusões listadas a seguir:

- A função Weibull 3P foi a que melhor representou a série de diâmetros de *Ocotea puberula* e o modelo Sb de Johnson foi o que propiciou o

melhor desempenho para *Ocotea nutans*, enquanto o modelo proposto por Weber foi o que melhor representou a distribuição diamétrica de *Ocotea bicolor* e *Nectandra lanceolata*.

- De modo geral, as funções SB de Johnson, Weibull 3P, e Weber propiciaram os melhores desempenhos para as espécies estudadas, enquanto a função Weibull 2P, devido à sua rigidez, foi a que proporcionou o pior desempenho para as quatro espécies estudadas.
- A função Gamma adaptada apresentou um melhor desempenho ao descrever a distribuição diamétrica das espécies estudadas, em comparação ao modelo original.
- *O. nutans* e *O. bicolor* apresentaram uma distribuição em “J invertido”, indicando um elevado grau de regeneração natural. *N. lanceolata* apresentou uma distribuição decrescente, porém de forma menos acentuada.
- *O. puberula* apresentou uma distribuição unimodal com assimetria à direita, indicando que a regeneração está sendo afetada por algum fator.

5 Referências

- [1] MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. 2 ed. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1981. 350p.
- [2] FUPEF - FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. Diagnóstico dos Remanescentes Florestais. In: Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO, Subprojeto Conservação do Bioma Floresta com Araucária. Relatório Final, v. 1, 2001. 121p.
- [3] SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da Flora Brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa. São Paulo: Instituto Plantarum, 2005.
- [4] MARQUES, C. A. Importância Econômica da Família Lauraceae. Floresta e Ambiente, *UFRRuralRJ*, v. 8, n. 1, p. 195-206, 2001.

- [5] SCHAAF, L. B. et al. Alteração na estrutura diamétrica de uma floresta ombrófila mista no período entre 1979 e 2000. *Rev Arvore*, Viçosa/MG, v. 30, n°.2, p.283-295, 2006.
- [6] SCOLFORO, J. R. S. Biometria florestal: Modelos de crescimento e produção florestal. Lavras. UFLA/FAEPE. 2006, 393 p.
- [7] SIMEPAR. Dados históricos da rede telemétrica hidrometeorológica do SIMEPAR. Curitiba, PR. Sistema Meteorológico do Paraná. [acesso em janeiro de 2010]. Disponível em: <<http://www.simepar.br/>>.
- [8] RONDON NETO, R. M. et al. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba, PR – Brasil. *Rev Floresta*. Curitiba, v.32, n.1, p. 3-16, 2002.
- [9] MACHADO, S. A. et al. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Cienc Rural*, Santa Maria, v.39, n.8, p. 2428-2434, 2009.
- [10] MICROSOFT OFFICE EXCELL. Project planning software. Version 12.0. Microsoft Corporation,. 1 CD-ROM, 2007.
- [11] WEBER, S. H. Desenvolvimento de nova função densidade de probabilidade para avaliação de regeneração natural. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006, 74 p.