

FUNÇÕES PROBABILÍSTICAS PARA DESCREVER A DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA EM PEIXE-TO

Caroline Cardoso Gama^{1*}, Bruno Aurélio Campos Aguiar¹, Paulo Ricardo de Sena Fernandes²,
Eziele Nathane Peres Lima², André Ferreira dos Santos³, Maria Cristina Bueno Coelho⁴

SAP 19353 Data envio: 18/04/2018 Data do aceite: 18/06/2018
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 17, n. 2, abr./jun., p. 205-212, 2018

RESUMO - As funções de densidade de probabilidade (fdp's) descrevem uma estrutura diamétrica das populações florestais, permitindo ocorrer e obter probabilidade de árvores dentro das classes de diâmetro. O objetivo deste trabalho foi determinar a melhor função, através do ajustamento das funções de densidade de probabilidade para descrever duas áreas de Cerrado sendo: Cerrado *sensu stricto* (3,89 ha) e Mata Ciliar (2,1 ha) perfazendo um total de 6,0 ha. Para o ajuste das funções, foram utilizados dados de diâmetro a altura do peito (DAP \geq 6 cm) e altura total medida em metros, obtidos de inventário florestal sistemático temporário. A tabulação dos dados e determinação da estatística descritiva foi realizada através do software Excel versão 2016 e para a determinação da distribuição da frequência, o ajuste e seleção de equações matemáticas, a construção dos histogramas de frequência e os gráficos de análise de resíduos utilizou-se os softwares FitFD e SigmaPlot versão 13.0, posteriormente o teste de Kolmogorov – Sminorv foi utilizado para comprovar a aderência dos dados. As melhores funções encontradas foram do tipo exponencial para Cerrado *sensu stricto* e hiperbólica para Mata Ciliar, $1 \text{ Exp} + C$ e Straight/parábola - 2, respectivamente. O teste X^2 mostrou que as fdp's selecionadas para a estimativa dos DAP's são acurados e podem ser utilizados em outras áreas desta mesma tipologia vegetal.

Palavras-chave: assimetria, curtose, frequência, Kolmogorv Smirnov.

PERFORMANCE OF PROBABILISTIC FUNCTIONS TO DESCRIBE THE DIAMETRIC DISTRIBUTION TO THE CERRADO

ABSTRACT - The probability density functions (fdp's) describe a diametric structure of the forest populations, allowing to occur and obtain probability of trees within the diameter classes. The objective of this work was to determine the best function, by adjusting the probability density functions to describe two Cerrado areas: Cerrado *sensu stricto* (3.89 ha) and Ciliary Forest (2.1 ha) for a total of 6.0 ha. For the adjustment of the functions, data of diameter at breast height (DBH \geq 6 cm) and total height measured in meters were obtained from a temporary systematic forest inventory. Data tabulation and determination of descriptive statistics were performed using the Excel version 2016 software and for determination of frequency distribution, adjustment and selection of mathematical equations, construction of frequency histograms and residue analysis graphs were used the software FitFD and SigmaPlot version 13.0, later the test of Kolmogorov - Sminorv was used to prove the adherence of the data. The best functions found were of the exponential type for Cerrado *sensu stricto* and hyperbolic for Ciliary Mata, $1 \text{ Exp} + C$ e Straight/parabol - 2. Test X^2 showed that the fdp's selected for the estimation of DAPs are accurate and can be used in other areas of this same plant typology.

Keywords: asymmetry, curtosis, FitFD, Kolmogorov Smirnov.

INTRODUÇÃO

O Cerrado é considerado o segundo maior bioma brasileiro em extensão, ficando atrás apenas da Floresta Amazônica, ocupando cerca de 23% do território nacional, tendo como uma de suas principais características a grande variação de suas fitofisionomias, formada principalmente pela vegetação savânica (WALTER; CARVALHO E RIBEIRO, 2008).

Para que o cerrado seja conservado e consiga retirar todos os seus produtos de maneira sustentável é necessário gerar conhecimentos sobre a estrutura e da dinâmica dos remanescentes, uma ferramenta simples e poderosa é a partir da utilização do uso da distribuição diamétrica, a qual considera o número de indivíduos, indivíduos por hectare, por família e por classes de diâmetros (MACHADO et al., 2010).

¹Engenheira Florestal, Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Rua Badejos, L7, Chácaras 69/72, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: engcarolinegama@outlook.com. *Autora para correspondência.

²Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Tocantins (UFT), Rua Badejos, L7, Chácaras 69/72, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: pauloricardosenna07@gmail.com.

³Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Rua Badejos, L7, Chácaras 69/72, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: profandre21@yahoo.com.br.

⁴Engenheira Florestal, Dra., Professora Adjunta, Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Rua Badejos, L7, Chácaras 69/72, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil. E-mail: mariacristina@mail.uft.edu.br.

A dinâmica e a distribuição de uma floresta são fatores importantes para geração de informações relacionadas à avaliação da riqueza e a diversidade de espécies (SOUZA FERREIRA et al., 2015), além disso ajudam no processo de classificação da vegetação possibilitando quantificar com maior exatidão a dinâmica dos tipos florestais, demonstrando variações passadas e projetando futuras relações entre as espécies (MACHADO et al., 2010).

As funções de densidade de probabilidade (fdp's) descrevem uma estrutura diamétrica das populações florestais, permitindo ocorrer e obter probabilidade de árvores dentro das classes de diâmetro (SCOLFORO, 2006).

Campos e Leite (2013) explanam que a distribuição diamétrica advverte uma dinâmica da estrutura vegetal, que possibilita obter parâmetros decisivos para atingir possíveis influências silviculturais.

Uma das formas de se obter a distribuição diamétrica é a partir do uso de fórmulas matemáticas o qual é um fator relevante e importante para o planejamento e controle de atividades florestais a serem desenvolvidas, sendo um instrumento necessário para a predição da produção e o crescimento das árvores (COELHO et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se com presente trabalho ajustar modelos de distribuição diamétrica para duas áreas localizados no Cerrado, especificamente na cidade de Peixe, Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas de estudo

Os dados foram obtidos por meio da realização de um inventário florestal sistemático temporário, devido a área ter barramento e posteriormente ser alagada, em duas áreas distintas, uma de Cerrado *sensu stricto* e outra de Mata Ciliar, no município de Peixe (TO), o qual apresenta latitude de 12°01'30" sul, longitude de 48°32'21" oeste e altitude de 240 m, situada a margem esquerda do Rio Tocantins no Sul do Estado.

O clima da região de acordo com a classificação de Köppen é tropical quente e úmido durante todo o ano, com período chuvoso nos meses de outubro a abril e estiagem entre os meses de maio a setembro. A temperatura média anual varia entre a mínima de 12°e a máxima de 30° C, nos meses mais quentes do ano chega a 42°C (TOCANTINS, 2009).

O tipo de solo encontrado nas áreas é classificado como Latossolo sendo profundo e ocorrendo em relevo suave ondulado (predomínio de declives igual ou inferior a 5%).

Obtenção dos dados

Para o ajuste das funções densidade de probabilidade, foram utilizados dados oriundos de um inventário florestal sistemático temporário realizado no ano de 2017, em dois tipos de fitofisionomia, o Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar. Ao todo foram mensuradas 780 árvores, das quais 492 corresponderam a área de Cerrado

sensu stricto e 288 a Mata Ciliar. Em cada área foram instaladas unidades amostrais de 10 m x 50 m, totalizando uma área total para cada unidade de 500 m². No caso do cerrado ao todo foram instaladas 12 parcelas e para a Mata Ciliar 7, esta quantidade está associada ao tamanho de cada área, uma vez que a área do Cerrado possui maior dimensão comparada com a Mata Ciliar. Sendo assim o número de parcelas foi regulado pela curva do coletor, mostrando que atingiu o número total de espécies e a comparação entre comunidades poderia ser direta.

Foram mensurados com o auxílio de fita métrica, o diâmetro à altura do peito a 1,30 m da superfície do solo de todas as árvores, considerando DAP maior ou igual a 6 cm (DAP ≥ 6 cm) em cada indivíduo das parcelas, além das correspondentes alturas totais estimadas através de modelos matemáticos usados para relação hipsométricas.

Ajustes dos modelos matemáticos

Foi realizado a distribuição de frequência agrupando os dados em intervalos de classes fixos (cinco cm) para posterior elaboração dos histogramas. A metodologia de fixar intervalos para classes de DAP é utilizada na área florestal, como exemplo podem ser citados os trabalhos desenvolvidos por Carvalho e Nascimento (2009) e Dias (2013). As fdp's foram ajustadas no software FitFD (disponível gratuitamente pelo projeto NeuroForest), sendo selecionadas as cinco melhores equações que melhor representam o ajuste dos dados para cada tipologia vegetal. Os parâmetros das funções de densidade de probabilidade analisadas foram estimados pelo método da máxima verossimilhança,

Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov a um nível de 5% de probabilidade para realizar a verificação da aderência das funções aos dados estudados. O teste foi utilizado para testar as hipóteses de H_0 e H_1 do teste bilateral, onde H_0 = diâmetros observados seguem as distribuições propostas e H_1 = diâmetros não seguem as distribuições propostas.

$$D_{calc} = \frac{\text{Sup}_x(Fo_x - Fe_x)}{n} \quad (1)$$

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

A assimetria foi calculada pelo coeficiente de Pearson onde:

$$As = \frac{\bar{x} - M_0}{s} \quad (2)$$

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:

$$K = \frac{Q_3 - Q_1}{2(P_{90} - P_{10})} \quad (3)$$

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

Os critérios utilizados para a seleção da função de densidade probabilística de melhor aderência foram as estatísticas de ajuste e precisão, coeficiente de determinação ajustado (R_{aj}^2), e erro padrão da estimativa ($Syx\%$). Tais estatísticas de ajuste e precisão são amplamente conhecidas no meio florestal e sua descrição detalhada pode ser encontrada em Montgomery et. al. (2006). Para uma melhor avaliação das funções realizou-se

a análise gráfica dos resíduos, sendo utilizada para comprovar se há tendenciosidade ou não das variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na determinação da estatística descritiva, tanto para Cerrado *sensu stricto* quanto para Mata Ciliar, os diâmetros variam de 6,04 a 56,02 cm tendo média 12,51 cm e 6,36 a 60,16 cm com média de 17,84 cm, respectivamente. O DAP da Mata Ciliar apresentou maior amplitude comparado com a do Cerrado *sensu stricto*. Resultados semelhantes foram encontrados por Cabacinha e Castro (2010) quando estudaram a estrutura diamétrica em fragmentos florestais no Cerrado Brasileiro obtendo valores médios de 14 cm.

TABELA 1 - Estatística descritivas da variável DAP para Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar em Peixe (TO).

Estatísticas	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Mata Ciliar
Média (cm)	12,51	17,84
Erro padrão (cm)	0,33	0,58
Mediana (cm)	9,86	14,96
Moda (cm)	6,36	12,73
Desvio padrão (cm)	7,41	9,93
Variância da amostra	55,05	98,62
Amplitude (cm)	49,97	53,79
Mínimo (cm)	6,04	6,36
Máximo (cm)	56,02	60,16
Soma	6158,4	5139,10
Contagem	492	288

A estrutura diamétrica utilizada para o ajuste das fdp's demonstrou que a comunidade arbórea é composta em sua maioria por árvores finas (≥ 6 cm). Na área de Mata Ciliar com DAP até 21 cm, encontravam 71% das árvores, valores mais expressivos ainda para Cerrado *sensu stricto* (88%), o que comprova que essa comunidade está em estágio inicial de crescimento, devido principalmente aos processos de alteração causados pelo homem.

Apesar da distribuição diamétrica possuir semelhança à forma de J-invertido, não se mostra balanceada, ou seja, a constante "q" de De Liocourt

O modelo matemático que melhor descreve os dados analisados para Cerrado *sensu stricto*, foi o modelo 1, por apresentar os melhores desempenhos, com valor muito alto de R^2_{aj} e valor baixo para Syx (%). O mesmo é classificado do tipo exponencial e pode ser comparado ao modelo de Weibull, a qual tem sido utilizada na maioria dos estudos, por ser uma função flexível e pelo fato de seus parâmetros serem facilmente correlacionados com características dos povoamentos, pela simplicidade de ajuste (CAMPOS; LEITE, 2009) e pelo fato de a função já ser exaustivamente estudada na área florestal.

(observado) não permanece igual nas classes diamétricas do povoamento. Nunes et al. (2003) afirmam que, a grande quantidade de indivíduos pequenos e finos pode indicar a ocorrência de severas perturbações no passado.

Também Martins (1991) advertiu que, maior densidade de indivíduos menores não indica ausência de problemas de regeneração, devendo ser considerada com cautela, demonstrando a necessidade de análise mais detalhada com um grupo maior de espécies, para permitir interpretações mais seguras sobre as distribuições diamétricas (Tabela 2).

Scolforo (2006) cita que tal modelo apresenta características que se ajusta a distribuição de frequência de florestas nativas e plantadas. Comprovando esse resultado Machado et al. (1998), analisando o ajuste de fdp para *Araucaria angustifolia* em florestas naturais de Santa Catarina e diferenciando-as em floresta primária e secundária, concluíram que a função de melhor ajuste para a floresta primária foi a Weibull. Esta distribuição é bem flexível e se ajustou a outros estudos relacionados a diâmetro em Florestas Tropicais (LIMA et al., 2015).

TABELA 2 - Frequência absoluta e relativa para DAP na área de Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar em Peixe (TO).

Classes Diamétricas	Cerrado <i>sensu stricto</i>				Mata Ciliar			
	FA*	FA est.	FR (%)	Q	FA	FA est.	FR (%)	q
06-11	280	280,26	56,91	0,4	83	82,91	28,81	0,903
11-16	112	109,71	22,76	0,348	75	75,49	26,04	0,613
16-21	39	45,47	9,26	0,692	46	43,81	15,97	0,521
21-26	27	21,27	5,48	0,481	24	28,21	8,33	0,958
26-31	13	12,16	2,64	0,76	23	20,20	7,98	0,826
31-36	10	8,72	2,03	0,4	19	15,54	6,59	0,526
36-41	4	7,43	0,813	1,75	10	12,55	3,47	0,8
41 +	7	6,94	1,422		8	10,49	2,77	
Total	492	493,02	100		288	289,20	100	

*FA = frequência absoluta, FA est. = frequência absoluta estimada pelos modelos selecionados, FR (%) = frequência relativa em valores percentuais.

Pelo teste Kolmogorov-Smirnov aplicado para frequência acumulada em área de Cerrado *sensu stricto* nota-se uma amplitude de 0.086 a 0.087, sendo que os valores calculados do teste foram menores que o tabelado ($D' = 0.134$), indicando assim 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 (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram encontrados para Mata Ciliar, onde houve uma amplitude de 0.079 a 0.080, apresentando uma aderência satisfatória de acordo com o teste KS.

TABELA 3 - Modelos matemáticos utilizados para ajuste das fdp's e valores de Kolmogorov-Smirnov calculados para área de Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar.

	N°	Modelos	R ² _{aj}	Syx (%)	D _{calc}
Cerrado <i>sensu stricto</i>	1	$y = 6,65 + 1438,88 * \exp(-0,195 * x)$	0,998	3,429	0,0867*
	2	$y = 1352,035 * x^{b-2893,93} + 1438,84 * \exp(-0,195 * x) + e$	0,998	3,429	0,086*
	3	$y = \left(\frac{x}{(3,64 + 0,36 * x + -02,31 * \sqrt{x})} \right)$	0,997	3,633	0,087*
	4	$y = e^{\left(\frac{16,66 + (-20,88)}{x + (-4,00) * \ln(x)} \right)}$	0,997	3,473	0,086*
	5	$y = 769,49 * e^{\left(\frac{(\ln(x) - 0,96)^2}{-1,35} \right)}$	0,996	3,742	0,087*
Mata Ciliar	6	$y = \left(\frac{x}{(0,35 + (-0,05) * x + 0,003 * x^2)} \right)$	0,993	2,477	0,080*
	7	$y = \left(\frac{1}{(-0,05 + 0,003 * x + 0,35)} \right)$	0,993	2,477	0,080*
	8	$y = \left(\frac{1}{(1,07 * (x + -9,29)^2 + 0,01)} \right)$	0,990	3,307	0,080*
	9	$y = e^{\left(\frac{15,53 + (-32,64)}{x + (-3,39) * \ln(x)} \right)}$	0,989	3,332	0,080*
	10	$y = \left(\frac{x}{(2,58 + 0,25 * x + (-1,60) * \sqrt{x})} \right)$	0,987	3,140	0,079*

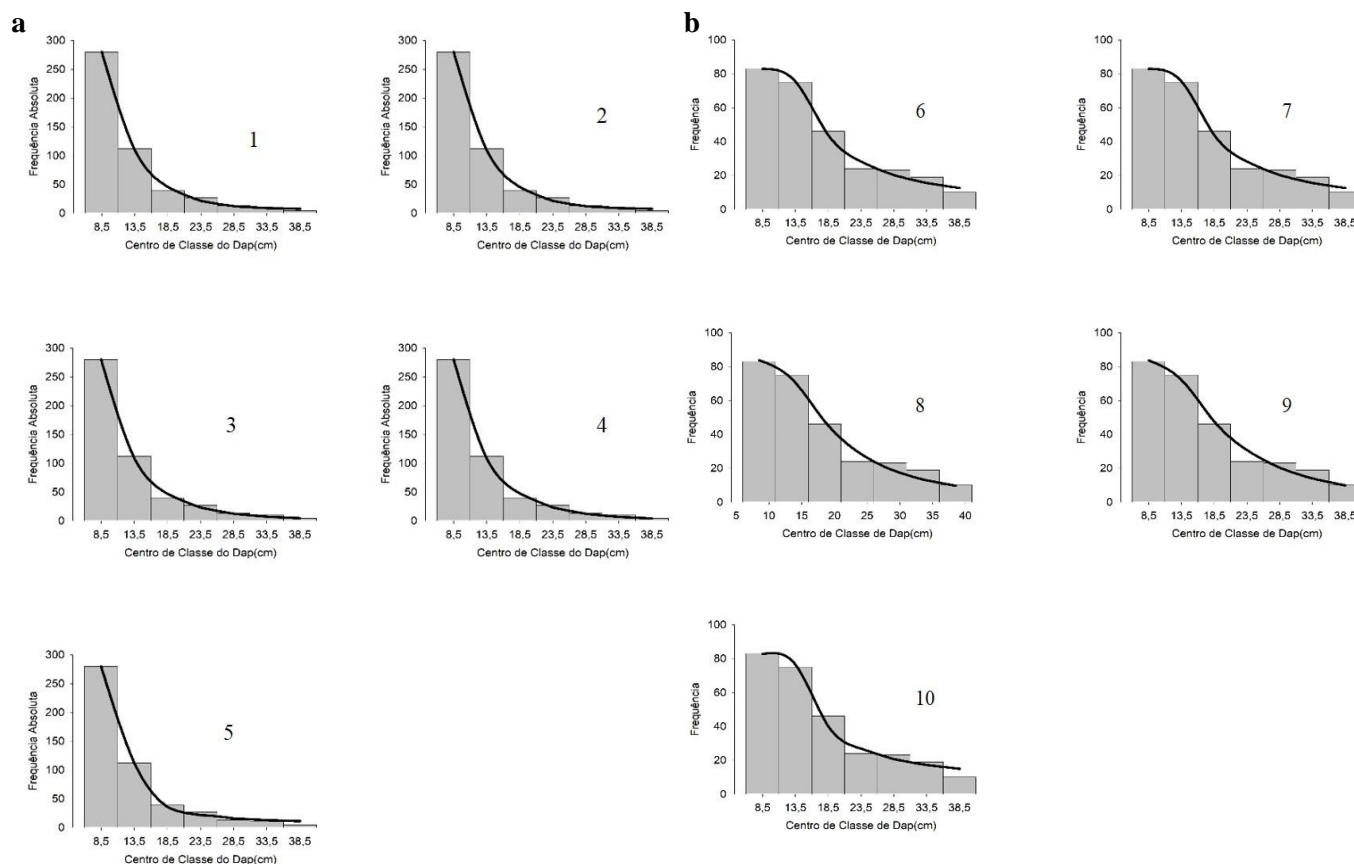
Onde: y = frequência por unidade de área, x = centro da classe, a, b e c = parâmetros de escala e ln = logaritmo neperiano, fdp's = função de densidade de probabilidade, R²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado, D_{calc} = D de Kolmogorov-Smirnov calculado, Syx (%) = erro padrão da estimativa relativo, * = valor com significância no teste bilateral a 5% de probabilidade.

O modelo 6 foi o que demonstrou satisfatório para Mata Ciliar, sendo o mesmo classificado como do tipo hiperbólica. A função hiperbólica apresenta características semelhantes a função Weibull, com melhoria significativa na flexibilidade (GUIMARÃES, 2002; CAMPOS; LEITE, 2009; LEITE e. al., 2010). Guimarães (2002) utilizou de função hiperbólica para distribuição de diâmetros e Binoti et al. (2010), comprou a eficiência da função para distribuição diamétrica de sistemas agrossilvipastoris.

Na Figura 1 constatou-se que a melhor curva que representa a distribuição diamétrica para Cerrado *sensu stricto* (Figura 1a) e Mata Ciliar (Figura 1b) são os modelos 1 e 6, respectivamente. Isso acontece devido a

adaptação da curva ao conjunto de dados. Todas as fdp's analisadas evidenciam o formato de "J" invertido, onde o maior número de indivíduos se encontra na classe diamétrica de 6 a 11 cm.

O mesmo ocorre no trabalho de Fidelis e Godoy (2003), onde verificaram em uma área de Cerrado no Estado de São Paulo que a distribuição de classes de diâmetro apresentou curva J' invertido, ocorrendo maior concentração de indivíduos na primeira classe. Essa maior concentração pode ser explicada pela própria potencialidade genética da maioria das espécies do Cerrado, as quais podem apresentar pequeno porte.



FIGURAS 1a e 1b - Histograma da distribuição diamétrica, de acordo com o número de indivíduos por ha em relação aos centros de classes do DAP's para Cerrado *sensu stricto* (modelos 1 a 5) e Mata Ciliar (modelos 6 a 10).

Esse tipo de forma exponencial negativo está relacionado à capacidade de autorregeneração da floresta e com regeneração contínua das espécies. Diversos fatores atuam na dinâmica da estrutura horizontal de florestas formadas por indivíduos de diferentes espécies e diferentes idades (mortalidade de indivíduos, crescimento, incremento, variações das condições climáticas, distúrbios, entre outros), causando heterogeneidade no tempo e no espaço (NASCIMENTO et. al., 2012).

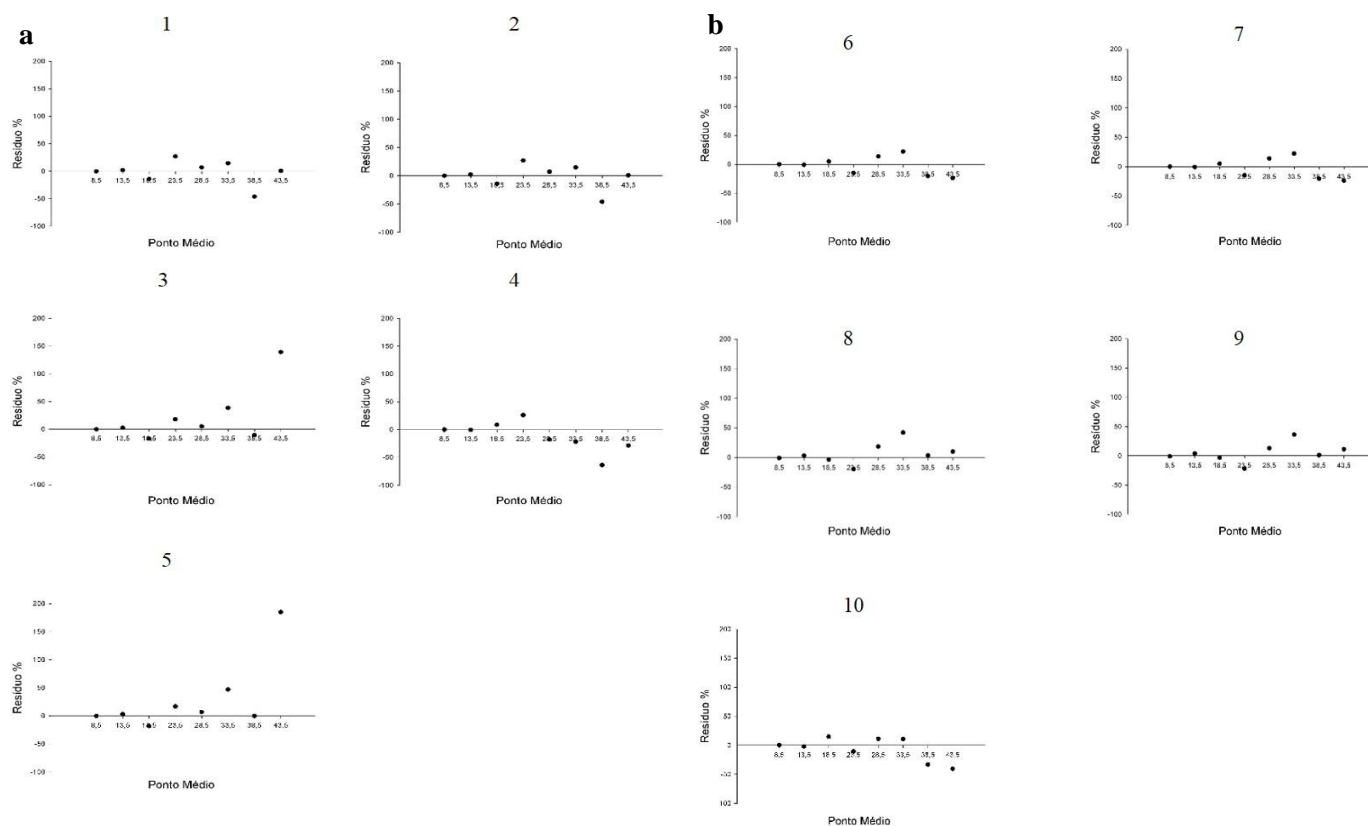
Analisando a Figura 2 que se refere à análise gráfica de resíduos para a área de Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar, é possível perceber que os melhores modelos são o 1 e 6, pois os mesmos apresentam distribuição mais

homogênea e mais próxima ao eixo x. Os demais modelos (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10), demonstram uma dispersão em relação ao eixo x, o que caracteriza uma superestimação ou subestimação, dependendo o modelo analisado, em relação aos dados reais observados.

Quanto a assimetria da distribuição diamétrica (Tabela 4), pode-se constatar que a curva descrita é assimétrica positiva ou a direita para Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar e a curtose evidencia uma curva leptocúrtica ou seja, a distribuição possui uma curva mais achatada que a curva normal para Cerrado *sensu stricto* e curva platicúrtica, a qual possui uma distribuição mais elevada para Mata Ciliar. Resultado semelhante a este foi

encontrado por Castro et al., (2016) que ao avaliar a distribuição diamétrica em clones de *Eucaliptus* aos 60

meses de idade encontrou curva assimétrica positiva.



FIGURAS 2a e 2b - Distribuição de resíduos referentes aos modelos ajustados seguidos de sua numeração para Cerrado *sensu stricto* (modelos 1 a 5) e Mata Ciliar (modelos 6 a 10).

TABELA 4 - Estatísticas dos melhores modelos para Cerrado *sensu stricto* e Mata Ciliar.

	fdp's	Médias (cm)	Moda (cm)	Mediana (cm)	CV (%)	Ass.	Curt.
Cerrado <i>sensu stricto</i>	VO.	12,51	181,50	20,00	56,14	2,195	4,835
	Mod. 01	13,07	184,05	16,72	57,04	2,205	4,906
	Mod. 02	13,07	184,05	16,72	57,04	2,205	4,906
	Mod. 03	13,81	181,04	18,61	60,63	2,233	4,964
	Mod. 04	12,52	184,54	17,64	52,56	2,183	4,830
	Mod.05	12,41	185,17	17,63	51,80	2,182	4,838
Mata ciliar	VO.	17,84	21,50	23,50	53,39	0,903	-0,831
	Mod. 06	18,17	20,92	24,20	54,29	0,973	-0,748
	Mod. 07	18,17	20,92	24,20	54,29	0,973	-0,748
	Mod. 08	17,24	24,66	24,62	53,07	0,825	-0,946
	Mod. 09	17,45	25,54	25,54	52,74	0,810	-0,924
	Mod. 10	18,09	20,56	25,01	55,25	1,115	-0,503

Onde: VO. = valor observado, Mod. = modelo, Ass. = assimetria e Curt = curtose.

De acordo com as estatísticas dos dados observados em relação aos estimados pelas fdp's foi confirmado a eficiência dos mesmos, pois as médias e variâncias dos valores dos parâmetros observados estão muito próximos dos valores paramétricos das funções probabilísticas ajustadas. Os valores da média, moda e

mediana revelam também proximidade com os parâmetros das funções ajustadas.

Em relação ao coeficiente de variação (CV), pode-se analisar que os valores são considerados altos ($\geq 50\%$). Brena e Péllico Netto (1997) afirmam que a variabilidade da população está em relação estreita com o

tipo de floresta, por exemplo, em florestas de zonas aluviais baixas, condizente com a área estudada, a variabilidade é alta, em zonas altas, bem drenadas, esta variação é menor e em condições específicas de sítio ou condicionantes edáficas, a variação é relativamente baixa.

Dados semelhantes a este estudo foram encontrados por Cabacinha e Castro (2010) ao avaliar a estrutura diamétrica e estado de conservação de fragmentos florestais no cerrado brasileiro obtendo valores entre 26,92% e 73,10% com valor médio de 55,54%. O teste χ^2 foi utilizado para verificar se as frequências observadas não são diferentes das frequências esperadas a um nível de 5% de probabilidade de confiança. Para Cerrado *sensu stricto* o valor χ^2 calculado (0.739) foi $< \chi^2$ tabelado (5.99) e para Mata Ciliar também o valor χ^2 calculado (0.884) foi $< \chi^2$ tabelado (5.99). Em ambos os casos não detectou diferença significativa entre os valores observados e os estimados pelas fdp's.

CONCLUSÕES

A aderência dos valores estimados pelas funções de densidade de probabilidade mostrou que as funções testadas neste estudo podem ser utilizadas para a modelagem da distribuição diamétrica de área de Cerrado *sensu stricto* e para Mata Ciliar sendo as funções exponencial e parabólica descritas por $1 \text{ Exp} + C$ e Straight/parábola - 2, respectivamente.

O teste do χ^2 para ambas as áreas analisadas mostrou que não há diferenças significativas entre os conjuntos de dados comparados, ou seja, as fdp's selecionadas para a estimativa dos DAP's são acurados e podem ser utilizados em outras áreas desta mesma tipologia vegetal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINOTI, D.H.B.; LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; SILVA, M.L.M.; GARCIA, S.L.R.; CRUZ, J.P. Uso da função weibull de três parâmetros em um modelo de distribuição diamétrica para plantios de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.1, p.147-156, 2010.

BRENA, D.A.; PÉLLICO NETO, S. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 263p.

CABACINHA, C.D.; CASTRO, S.S. Estrutura diamétrica e estado de conservação de fragmentos florestais no Cerrado Brasileiro. **Revista Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p.51-62, 2010.

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2013. 605p.

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim - RJ, Brasil). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009.

CASTRO, R.V.O.; ARAUJO JUNIOR, C.A.; LEITE, H.G.; CASTRO, A.F.N.M.; NOGUEIRA, G.S.; COSTA, L.S. Função gama generalizada para descrever a

distribuição diamétrica de um povoamento de eucalipto. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 46, n. 1, p.67-73, 2016.

COELHO, M.C.B.; ERPEN, M.L.; IMAÑA-ENCINAS, J.; GREGÓRIO, W.M.; LIMEIRA, M.M.C. Funções de densidade de probabilidade para a estimativa da distribuição diamétrica de plantios de *Calophyllum brasiliense* Cambess. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, Costa Rica, v.14, n.34, p.45-52, 2017.

DIAS, M.P.C.B. **Estimativa do volume comercial de madeira utilizando medidas de cepa em plantios de eucalipto**. 2013. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

FIDELIS, A.T.; GODOY, S.A.P. Estrutura de um cerrado *stricto sensu* na gleba Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v.17, n.4, p.531-539, 2003.

GUIMARÃES, D.P. **Uma função hiperbólica de distribuição probabilística de alta flexibilidade**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 40p.

LEITE, H.G.; BINOTI, D.H.B.; GUIMARÃES, D.P.; SILVA, M.L.M.; GARCIA, S.L.R. Avaliação do ajuste das funções Weibull e hiperbólica a dados de povoamentos de eucalipto submetidos a desbaste. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.2, p.305-311, 2010.

LIMA, R.A.F.; BATISTA, J.L.F.; PRADO, P.I. Modeling tree diameter distributions in natural forests: An evaluation of 10 statistical models. **Forest Science**, Bethesda, v.61, n.2, p.320-327, 2015.

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. **Floresta**, Curitiba, v.26, n.1/2, p.59-70, 1998.

MACHADO, E.L.M.; GONZAGA, A.P.D.; CARVALHO, W.A.C.; SOUZA, J.S.; HIGUCHI, P.; SANTOS, R.D.; OLIVEIRA FILHO, A.D.M.; MENDONÇA, E.L. Flutuações temporais nos padrões de distribuição diamétrica da comunidade arbóreo-arbustivo e de 15 populações em um fragmento florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.4, p.723-732, 2010.

MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Unicamp. 1991. 245p.

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A.; VINING, G.G. **Introduction to linear regression analysis**. 4.ed. New York. WILEY, J; SONS, D. (Eds.). 2006. 612p.

NASCIMENTO, R.G.M.; MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; HIGUCHI, N. Modelo de projeção por classe diamétrica para florestas nativas: enfoque na função probabilística de Weibull. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Brasília, v.32, n.70, p.209-219, 2012.

NUNES, Y.R.F.; MENDONÇA, A.V.R.; BOTEZELLI, L.; MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Variações da fisionomia da comunidade arbóreas em um fragmento de Floresta Semidecidual em Lavras, MG. **Acta Botânica Brasileira**, Belo Horizonte, v.17, n.2, p.213-229, 2003.

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

SOUZA FERREIRA, R. Q.; CAMARGO, M. O.; SOUZA, P. B.; ANDRADE, V. C. L. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um cerrado sensu stricto, Gurupi-TO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 1, p. 229-235, 2015.

TOCANTINS. Secretaria de Recursos da Infraestrutura. **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Tocantins**: relatório síntese. Produto 5, v.1/4. 10 Palmas, TO: SEINF, 2009. Disponível em: <<http://semades.to.gov.br/conteudo/elaboracaodo-perh/392>>. Acesso em: 30 jun. 2018.

WALTER, B.M.T.; CARVALHO, A.M.; RIBEIRO, J.F. **O conceito de savana e de seu componente Cerrado**. Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.19-45, 2008.