MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE ESPÉCIES LENHOSAS DA AMAZÔNIA, BRASIL

Adriano Castro de Brito¹, Alessandra dos Santos Facundes², Michelle Vasconcelos Cordeiro³, Rayane da Mota Rios⁴, Luciano Araujo Pereira⁵

¹Doutorando em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste-UNICENTRO, Campus de Irati, Paraná, Brasil. E-mail: (acbrito.eng@gmail.com)

²Mestranda em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá-UNIFAP, Campus de Macapá, Amapá, Brasil.

³Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá-UNIFAP, Campus de Macapá, Amapá, Brasil.

⁴Mestra em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá-UNIFAP, Campus de Macapá, Amapá, Brasil.

⁵Doutor; Professor Adjunto do departamento de Ciências Naturais da Universidade do Estado do Amapá – UEAP.

Recebido em: 15/02/2021 – Aprovado em: 15/03/2021 – Publicado em: 30/03/2021
DOI: 10.18677/EnciBio_2021A17

RESUMO

A modelagem de distribuição em classes diamétricas é um dos meios de indicar o potencial uso de uma comunidade florestal. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a estrutura diamétrica de espécies lenhosas da Amazônia por meio das Funções de Densidades Probabilísticas (FDP's). O estudo foi desenvolvido no município de Porto Grande, Amapá. Foi instalada uma parcela permanente de 100 m x 100 m, e feitas mensurações em todos os indivíduos que apresentaram diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 cm. Para as análises de representatividade para os ajustes das funções foi utilizado o programa "R development core team". O critério de informação de Akaike – AIC foi empregado como critério de seleção. Os resultados encontrados indicaram que a função Gamma foi a que melhor descreveu a distribuição diamétrica para *Manilkara huberi* e *Pseudoxandra cuspidata*. Já as espécies *Protium decandrum* e *Viola venosa* a função Log-Normal foram as que apresentaram melhores aderências. De modo geral, a função normal não apresentou uma aderência satisfatória para todas as espécies. Conclui-se que, a função Gamma proporcionou o melhor ajuste para as espécies e a distribuição diamétrica pode ser utilizada como mecanismo para exploração volumétrica de madeira e projeção da produção futura.

PALAVRAS-CHAVE: distribuição probabilística; funções de densidades; manejo florestal.

MODELING OF THE DIAMETRIC DISTRIBUTION OF WOODY SPECIES FROM THE AMAZON, BRAZIL

ABSTRACT

Distribution modeling in diametric classes is one of the means of indicating the potential use of a forest community. In this sense, the objective was to evaluate the diametric structure of woody species in the Amazon through the functions of probabilistic densities (FDP's). The study was carried out in the municipality of Porto Grande, Amapá. A permanent plot of 100 m x 100 m was installed. All individuals whose diameter at breast height (DBH) was equal to or greater than 10.0 cm were measured. For representativeness analyzes for function adjustments, the "R development core team" program was used. The Akaike - AIC information criterion was used as a selection criterion. The results found indicated that the Gamma function was the one that best described the diametric distribution for *Manilkara huberi* and *Pseudoxandra cuspidata*. The *Protium decandrum* and *Virola venosa* species, however, the Log-Normal function showed the best adherence. In general, the Normal function did not show satisfactory adherence for all species. It is concluded that the Gamma function provided the best fit for the species and the diametric distribution can be used as a mechanism for volumetric exploration of wood and projection of future production.

KEYWORDS: probabilistic distribution; density functions; forest management.

INTRODUÇÃO

A Amazônia é a maior detentora de florestas tropicais remanescentes no mundo, representando cerca de 30%, sendo reconhecida mundialmente por sua riqueza natural e cultural (BRASIL, 2010), e fornece uma variedade de serviços sejam eles provenientes de produtos florestais madeireiros ou não-madeireiros. Contudo, enfrenta uma forte ação antrópica, no tocante a expansão agropecuária, grande responsável pela degradação ambiental e perturbação das florestas tropicais (PRODES, 2021).

De acordo com Miranda et al. (2020) a Amazônia em 2018 registrou expressivas áreas desmatadas no mundo rural reunindo 88% (619.895 ha) e em áreas protegidas 12% (83.837 ha). Em estudos realizados para analisar o índice de desmatamento da Amazônia legal no período entre 2007 e 2017, os resultados indicaram o avanço do desmatamento de forma mais intensa em uma faixa de área que abrange o Acre, Sul do Amazonas, Pará, Amapá e Roraima (LAMEIRA; PENA, 2017; PRODES, 2021).

Nota-se que a diminuição dessas áreas de floresta é causada principalmente pelo desmatamento desenfreado provocado por exploração ilegal de madeira, incêndios e seca que levam a perda de armazenamento de carbono, mudança nos padrões de precipitação e vazão dos rios (DAVIDSON et al., 2012). Em 2020, levantamento feito pelo Sistema de Alerta de Desmatamento (SAD) desenvolvido pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) detectou 529 km² de desmatamento na Amazônia Legal em abril de 2020, um significativo aumento de 171% em relação a abril de 2019, quando o desmatamento alcançou 195 km² (FONSECA et al., 2020).

Diante disso, estudos que visam analisar a estrutura diamétrica das florestas através da modelagem matemática, sejam por comunidades florestais ou por espécies individuais são fundamentais para o seu entendimento e funcionamento (TÉO et al.,

2015; TRAUTENMÜLLER et al., 2019), e podem ser classificadas como unimodal, decrescente e multimodal (LOETSCH et al., 1973; SCOLFORO, 2006), onde as florestas tropicais apresentam geralmente um comportamento decrescente, em forma de “J-invertido” (CYSNEIROS et al., 2017).

A distribuição diamétrica através da análise horizontal da florestal permite caracterizar tipologias florestais, grau e intensidade de regeneração natural (MACHADO et al., 2010), fornecendo informações sobre o estoque da floresta (SCOLFORO, 2006). E provêm informações necessárias para a tomada de decisões quanto ao planejamento e execução do manejo aplicado em determinada área (MACHADO et al., 2009).

A modelagem de crescimento e produção florestal constitui modelos simples que utilizam apenas a relação entre o diâmetro ou altura média com a idade do povoamento, e modelos mais complexos que empregam as distâncias entre as árvores, índices de sítios e área basal para descrever a competição entre as árvores por fatores abióticos como luz, água e nutrientes (VANCLAY, 1994).

Os modelos frequentemente utilizados tanto em florestas inequiduais como equiduais são Log-normal, Normal, Gama, Beta, SB de Johnson e Weibull (MIRZAEI et al., 2016). Estas funções calculam a ocorrência de um fenômeno por intervalo de classe variável estudada, e fornecem previsões sobre a quantidade de indivíduos que nela irá permanecer (PÉLLICO NETTO et al., 2014).

Desta forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a estrutura diamétrica de espécies lenhosas da Amazônia por meio das funções de densidades probabilísticas em uma área de Floresta Ombrófila Densa, Amapá, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na propriedade particular localizada na região do Munguba, município de Porto Grande, Amapá, Brasil. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo A, com oscilação de temperatura que pode chegar a 40 °C durante o dia e 16 °C durante a noite entre o período chuvoso e o período seco (IEPA, 1998). Grande parte dos solos da região é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

Na área em estudo foi implantada uma parcela permanente de forma aleatória com dimensão de 100 m x 100 m a qual foi dividida em subparcelas de 20 m x 20 m (EMBRAPA, 2005) para realização do inventário, onde foram identificados e mensurados o diâmetro e altura de todos os indivíduos arbóreos vivos que apresentaram diâmetro a altura do peito (DAP) igual ou superior a 10,0 cm (DAP $\geq$ 10 cm).

Para a identificação das espécies foi utilizado o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group versão IV (APG, 2016). A partir da análise fitossociológica realizada em um estudo preliminar foram selecionadas cinco espécies de maior Valor de Importância (VI) na área em estudo para a modelagem diamétrica. Sendo o VI um parâmetro que leva em consideração o somatório dos valores relativos de dominância, densidade e frequência de uma dada espécie.

As espécies selecionadas foram: *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev., *Tachigali myrmecophila* (Ducke) Ducke, *Pseudoxandra cuspidata* Maas, *Virola venosa* (Benth.) Warb. e *Protium decandrum* (Aubl.) Marchand. Para os ajustes foram utilizados todos

os diâmetros (DAP's) das árvores de cada espécie selecionada, com intuito de compor a estatística descritiva da variável DAP, sendo elas: média, erro padrão, mediana, moda, desvio padrão, variância e diâmetros máximos e mínimos.

Para a estrutura diamétrica foram testadas as seguintes funções de densidades probabilísticas (FDP's): Normal, Log-Normal, Gamma e Weibull-2P (Tabela 1). A estrutura diamétrica foi arranjada de acordo com fórmula proposta por Sturges: $nc = 1 + 3,33 \text{ Log } (n)$, em que nc é o número de classes e (n) é o número de observações; e o intervalo de classe foi obtido através da razão entre a amplitude e o número de classes, $IC = A/nc$, em que A é a amplitude expressa por: $A = (D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}})$.

TABELA 1. Funções de densidades probabilísticas testadas para estrutura diamétrica de cinco espécies em área de Floresta Ombrófila Densa, Porto Grande – AP.

Função	Fórmula
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp - \left(\frac{1}{2}\right) \frac{(x - \mu)^2}{\sigma^2}$
Log-Normal	$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp - \left(\frac{1}{2\sigma^2}\right) (\ln x - \mu)^2$
Gamma	$f(x) = \frac{(x - x_{\min})^{\alpha-1} \exp - \left(\frac{1}{\beta}\right)(x - x_{\min})}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha}$
Weibull-2P	$f(x) = \left(\frac{\gamma}{\beta}\right) \cdot \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\gamma-1} \exp \left[- \left(\frac{x}{\beta}\right)^\gamma \right]$

Em que: x : variável diâmetro em cm; $f(x)$: função densidade de probabilidade da variável x ; μ : média dos valores de x ; σ : desvio padrão de x ; σ^2 : variância da variável x ; π : é a constante "pi" (3,14159); γ , β : parâmetros a serem estimados; Γ : função Gamma.

Fonte: Os autores (2021).

Para a seleção das FDP's que melhor representaram as distribuições diamétricas das espécies em estudo foi utilizado o critério de informação de Akaike – AIC, que leva como padronização a relação de quanto menor o valor de AIC, melhor será o ajuste do modelo. As análises foram realizadas pelo software R development core team (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro à altura do peito foi a característica escolhida para os ajustes das funções de densidades probabilísticas (FDP's), e a estatística descritiva levou em consideração as cinco espécies selecionadas a partir do Valor de Importância (VI) na área de floresta ombrófila densa. As espécies em estudo apresentaram diâmetros médios distintos entre si, e a espécie *Manilkara huberi* foi a que apresentou maior valor médio (66,7 cm). No entanto o maior valor de diâmetro (171,8 cm) foi determinado para a espécie *Tachigali myrmecophila*, demonstrando assim uma ideia da heterogeneidade da estrutura diamétrica (Tabela 2).

Ao considerar as análises para cada espécie, verifica-se que o valor da média apresenta um valor maior do que a mediana, que também é superior ao valor para a moda, o que leva a considerar uma distribuição com assimetria positiva, porém com diferentes graus de achatamento (Tabela 2). Ainda ao analisar a Tabela 2, nota-se que, o coeficiente do momento de curtose configura-se uma distribuição leptocúrtica (curtose

< 0), para as espécies *Manilkara huberi*, *Tachigali myrmecophila* e *Pseudoxandra cuspidata*. As espécies *Virola venosa* e *Protium decandrum* configuram uma distribuição platicúrtica (curtose > 0).

TABELA 2. Estatística descritiva da variável diâmetro para cinco espécies lenhosas da região Amazônica, Amapá.

Medida	Espécies				
	<i>M. huberi</i>	<i>T. myrmecophila</i>	<i>P. cuspidata</i>	<i>V. venosa</i>	<i>P. decandrum</i>
d_l (cm)	66,7	87,4	19,2	21,5	16,3
M _d	62,8	75,2	18,46	17,18	15,11
M _o	-	-	12,09	15,27	12,41
D _{min.} (cm)	19,7	14,6	11,4	10,5	10,5
D _{máx.} (cm)	122,2	171,9	32,8	46,8	35,0
A (cm)	102,50	157,25	21,33	36,29	24,51
σ^2 (cm ²)	802,65	2667,17	26,50	113,85	31,18
σ (cm)	28,33	51,64	5,15	10,67	5,58
CV%	42,42	59,08	26,82	49,72	34,08
Assimetria	0,54	0,37	0,43	1,14	1,60
Curtose	-0,12	-0,01	-0,06	0,36	3,60

d_l : diâmetro médio (cm); Md: Mediana; Mo: Moda; σ^2 : variância (cm²); σ : desvio padrão (cm); $d_{máx}$: diâmetro máximo (cm); d_{min} : diâmetro mínimo (cm); A: amplitude diamétrica (cm).
Fonte: Os autores (2021).

Observa-se que os valores de diâmetro máximo (171,9 cm) e mínimo (10,5 cm), demonstram que a floresta é bastante heterogênea e que se encontra em diferentes estágios sucessionais. Estudos conduzido por Santos et al. (2016), encontraram esse mesmo comportamento para uma área na floresta Estadual do Amapá.

Na Tabela 3 estão apresentados os valores dos parâmetros do modelo de cada função e sua respectiva espécie. De acordo com as discrepâncias dos parâmetros, faz-se necessário que as funções sejam utilizadas de forma separada para cada espécie, uma vez que, não houve uma tendência de similaridade entre os parâmetros estimados.

TABELA 3. Parâmetros estimados das funções de distribuição diamétrica de cinco espécies lenhosas da região Amazônica, Amapá.

Função	Parâmetros	Espécies				
		<i>M. huberi</i>	<i>T. myrmecophila</i>	<i>P. cuspidata</i>	<i>V. venosa</i>	<i>P. decandrum</i>
Normal	σ^2	802,65	2667,17	26,50	113,85	31,18
	σ	28,33	51,64	5,15	10,67	5,58
Log-Normal	σ^2	0,2172	0,6419	0,0735	0,2063	0,0929
		5,56776	2,50032	14,40832	5,0330	10,63842
Gamma		0,08337	0,02861	0,75042	0,23455	0,65189
		2,62415	1,86081	4,05521	2,22861	2,99239
Weibull-2P		75,29724	98,10660	21,14300	24,37411	18,22475

Fonte: Os autores (2021).

Ao verificar a estatística das distribuições em estudo (Tabela 4), observa-se que a função Gamma foi a que melhor descreveu a distribuição diamétrica para as espécies

Manilkara huberi e *Pseudoxandra cuspidata*. Já as espécies *Protium decandrum* e *Virola venosa* foram melhor representadas pela função Log-Normal. A função Weibull-2P apresentou estimativa considerável apenas para *Tachigali myrmecophila*.

TABELA 4. Parâmetro Critério de informação de Akaike (AIC) utilizado para a classificação das funções de densidades probabilista (FDP's) para as cinco espécies lenhosas da região Amazônica, Amapá.

Espécies	Função	Ranking	AIC
<i>Manilkara huberi</i>	Normal	3º	145,8521
	Log-Normal	4º	145,9021
	Weibull-2P	2º	145,0481
	Gamma	1º	144,9751
<i>Tachigali myrmecophila</i>	Normal	3º	78,00751
	Log-Normal	4º	79,28568
	Weibull-2P	1º	77,47593
	Gamma	2º	77,97916
<i>Pseudoxandra cuspidata</i>	Normal	3º	192,5509
	Log-Normal	2º	191,0766
	Weibull-2P	4º	193,2884
	Gamma	1º	191,0247
<i>Virola venosa</i>	Normal	4º	131,7059
	Log-Normal	1º	125,1441
	Weibull-2P	3º	128,9391
	Gamma	2º	126,6559
<i>Protium decandrum</i>	Normal	3º	166,1984
	Log-Normal	1º	157,7252
	Weibull-2P	4º	166,3296
	Gamma	2º	159,8484

Fonte: Os autores (2021).

De modo geral, a função Normal não apresentou uma aderência satisfatória para as espécies, ou seja, as frequências estimadas pela função não seguem a distribuição observada. Conforme preconizam Santos et al. (2016), isso se deve pelo fato de a função apresentar baixa flexibilidade em relação aos valores observados.

Diversos estudos foram realizados objetivando a modelagem da distribuição diamétrica usando várias funções de densidades probabilísticas (FDP's) para diferentes espécies e ambientes (ORELLANA et al., 2014; RIBEIRO et al., 2014; TEO et al., 2015; MARANGON et al., 2016; CYSNEIROS et al., 2017; BILA et al., 2018).

A partir da Figura 1 é possível notar as exemplificações das distribuições diamétricas diferentes ocorridas para as espécies, em que *Manilkara huberi* e *Tachigali myrmecophila* foram classificadas como distribuição normal, *Protium decandrum* classificada no formato de J-invertido e as espécies *Pseudoxandra cuspidata* e *Virola venosa* com distribuição diferenciada, o que pode ser explicado pelo estágio de desenvolvimento.

A distribuição observada para as espécies *Manilkara huberi* e *Tachigali myrmecophila* divergiu da distribuição de florestas naturais, em que a maior concentração ocorre nas primeiras classes diamétricas, esse fato observado para essas

espécies, pode ser explicado pelo valor comercial que elas apresentam, o que sugere a exploração seletiva desses indivíduos em épocas passadas.

Cysneiros et al. (2017) destacaram que por se tratar de floresta inequidiana, as distribuições diferentes são comuns, entre elas a J-invertido, e nesse caso o fato pode ser atribuído a problemas no processo de regeneração e até mesmo em ações antrópicas. Machado et al. (2010) ressaltaram que quando ocorre a avaliação da população de uma espécie individualmente, fica evidenciado a ocorrência de diferentes ciclos de regenerações.

FIGURA 1. Distribuições diamétricas e funções de densidades probabilísticas ajustadas para as cinco espécies lenhosas da região Amazônica, Amapá.

Fonte: Os autores (2021). (a) *Manilkara huberi* (Ducke) A. Chev.; (b) *Tachigali myrmecophila* (Ducke) Ducke; (c) *Protium decandrum* (Aubl.) Marchand; (d) *Virola venosa* (Benth.) Warb; (e) *Pseudoxandra cuspidata* Maas.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados foi possível concluir que a amplitude de classe afeta a distribuição diamétrica e a função Gamma foi a que melhor representou os ajustes para as espécies estudadas. Em contrapartida, a função normal foi a que respondeu como mais inadequada a representação dos diâmetros.

Estudos que visam a distribuição diamétrica podem ser utilizados como mecanismos para exploração volumétrica de madeira e projeção de produção futura através de planos de manejo.

REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG IV). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. The Linnean Society of London, **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, p. 1–20, 2016.

BILA, J. M.; SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; FREITAS, L. J. M. Distribuição diamétrica e principais espécies arbóreas presentes nos ecossistemas de Miombo, Mopane e Mecrusse em Moçambique. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 38, e201701523, p. 1-7, 2018. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1523/696>>. doi: 10.4336/2018.pfb.38e201701523

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil**. Em Resumo. Dados de 2005-2010. Brasília, 156 p. 2010.

CYSNEIROS, V. C.; AMORIM, T. A.; MENDONÇA-JÚNIOR, J. O.; GAUI, T. D.; MORAES, J. C. R. et al. Distribuição diamétrica de espécies da Floresta Ombrófila Densa no Sul do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 37, n. 89, p. 1-10, jan./mar. 2017. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1070/562>>. doi: 10.4336/2017.pfb.37.89.1070

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F. et al. The Amazon basin in transition. **Nature**, Londres, v. 481, p. 321-328, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/win/Desktop/Davidson_2012Nature.pdf>. doi:10.1038/nature10717

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileira de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos. p. 412.1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Diretrizes simplificadas para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira**. Pará, 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/25809090/Diretrizes-para-instalacao-e-medicao-de-parcelas-permanentes-em-florestas-naturais-na-amazonia>>. Acesso em: 10 Dez. 2020.

FONSECA, A.; CARDOSO, D.; RIBEIRO, J.; FERREIRA, R.; KIRCHHOFF, F. et al. 2020. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal** (abril 2020) SAD (p. 1). Belém: IMAZON. 2020. Disponível em: <<https://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-abril-2020-sad/>>. Acesso em: 20 Jan. 2020.

IEPA - INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ - IEPA. Zoneamento Ecológico Econômico. **Relatório**. Macapá, 1998.

LAMEIRA, J. L. C.; PENA, H. W. A. Análise da relação entre desflorestamento e a agropecuária no município de São Félix do Xingu e sua contribuição para as conversões florestais na Amazônia. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, 2017. Disponível em:<<http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/04/relacaodesflorestamentoagropecuaria.html>>.

LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. **Forest inventory**. (2 ed., Vol. II). München: BLV Verlagsgesellschaft, 1973.

MACHADO, S. A. NASCIMENTO, R. G. M.; MIGUEL, E. P.; TÉO, S. J. Distribution of total height, transverse area and individual volume for *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. **Cerne**, v.16, n.1, p.12-21, 2010. Disponível em:<<https://www.scielo.br/pdf/cerne/v16n1/a02v16n1.pdf>>. doi: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602010000100002>

MACHADO, S. A.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; NASCIMENTO, R. G. M.; TÉO, S. J.; MIGUEL, E. P. et al. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Rural** [online]. vol.39, n.8, p.2428-2434, 2009. Disponível em:< <https://www.scielo.br/pdf/cr/v39n8/a350cr1077.pdf>>. doi:10.1590/S0103-84782009000800024

MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNCZIK, A. L. D.; ZAMIN, N. T. Modelagem da distribuição diamétrica de quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de floresta ombrófila mista. **Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 1, 2010. Disponível em:< <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/455/1138>>.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H. Modelagem da distribuição diamétrica e espécies lenhosas da Caatinga, semiárido Pernambucano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 863-874, jul.-set., 2016. Disponível em:< <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/24214/14169>>. doi: <https://doi.org/10.5902/1980509824214>

MIRANDA, E.; CARVALHO, C. A.; MARTINHO, P. R. R.; OSHIRO, O. T. Contribuições do geoprocessamento à compreensão do mundo rural e do desmatamento no bioma

Amazônia. Colóquio – **Revista do Desenvolvimento Regional - Faccat** - Taquara/RS - v. 17, n. 1, jan./mar. 2020. Disponível em: <<http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/1576/1033>>.

MIRZAEI, M.; AZIZ, J.; MAHDAVI, A.; RAD, A. M. Modeling frequency distributions of tree height, diameter and crown area by six probability functions for open forests of *Quercus persica* in Iran. **Journal of Forestry Research**, Baneh, v. 27, n. 4, p. 901-906, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288243534_Modeling_frequency_distributions_of_tree_height_diameter_and_crown_area_by_six_probability_functions_for_open_forests_of_Quercus_persica_in_Iran>. doi: 10.1007 / s11676-015-0194-x

ORELLANA, E.; FIGUEIREDO FILHO, A.; PÉLLICO NETTO, S.; DIAS, A. N. Modelagem da distribuição diamétrica de espécies florestais em um fragmento de floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.38, n.2, p.297-308, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rarv/v38n2/10.pdf>>. doi:<<https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000200010>>.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A.; EBLING, A.; RODRIGUES, A. L. Modifications on the Strand's Sampling Method Applied to Stands of *Pinus elliottii* Engelm. **Journal of Applied Mathematics and Physics**, [S.l.], v. 2, p. 593-602, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/win/Desktop/Modifications_on_the_Strands_Sampling_Method_Appl.pdf> . doi: 10.4236 / jump.2014.27066

PROJETO PRODES – **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite**. Disponível banco de dados em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>> Acesso em: 12 de Mar. 2021.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S.; PÉLLICO NETTO, S.; MACHADO, S. A. Estrutura da distribuição diamétrica em plantio experimental de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 4, p. 1055-1065, out./dez., 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/16618>>. doi:<<http://dx.doi.org/10.5902/1980509816618>>

SANTOS, R. O.; ABREU, J. C.; LIMA, R. B.; APARÍCIO, P. S.; SOTTA, E. D.; LIMA, R. C. Distribuição diamétrica de uma comunidade arbórea na Floresta Estadual do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 24-31, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/304673621_Distribuicao_Diametrica_de_Uma_Comunidade_Arborea_na_Floresta_Estadual_do_Amapa_Brasil>. doi: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p24-31

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

TÉO, S. J.; MARCON, F.; SCHNEIDER, C. R.; SANTOS, F. B.; CHIARELLO, K. M. A.; FIORENTIN, L. D. Modelagem da distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lebon Régis, Sc. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 337 - 348, abr. / jun. 2015. Disponível em:<
https://www.academia.edu/17145653/MODELAGEM_DA_DISTRIBUI%C3%87%C3%83O_DIAM%C3%89TRICA_DE_UM_FRAGMENTO_DE_FLORESTA_OMBR%C3%93FIL_A_MISTA_EM_LEBON_R%C3%89GIS_SC>. doi:10.5380/rf.v45i2.34733

TRAUTENMÜLLER, J. W.; NETTO, S. P.; BABINOT, R.; CORTE, A. P. D.; VENDRUSCOLO, R. Modelagem da estrutura diamétrica em ecótono de Floresta Ombrófila Mista e Estacional Decidual submetida a manejo florestal sustentado. **BIOFIX Scientific Journal** v. 4 n. 1 p. 26-34 2019. Disponível em:<
<https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/62627/37425>>. doi:
<http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v4i1.62627>

VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield**: applications to mixed tropical forests. Copenhagen: CAB International. 1994.