



MODELAGEM DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DE *Tapirira guianensis* Aubl. (ANACARDIACEAE)

Rodrigo Ferreira Farias¹, Tainara Samilly Barros de Oliveira², Lorena Sousa Melo³, Silmara dos Santos Souza⁴, Fernando Galvão Rabelo⁵, Adriano Castro de Brito⁶

^{1,2,3,4} Graduandos em Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, *campus* Macapá. E-mail: rodrigoffarias31@gmail.com; tainarasamilly1311ueap@gmail.com; lorenamelouueap@gmail.com; souzasilmara3402@gmail.com; ⁵Engenheiro Florestal, Professor do Colegiado de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, Macapá, AP. E-mail: professor@ueap.edu.br; ⁶Engenheiro Florestal, na Empresa Plannus Engenharia, Macapá, AP. E-mail: acbrito.eng@gmail.com

Manejo Florestal: Dendrometria e Inventário Florestal

RESUMO

A Função Densidade de Probabilidade (FDP) é uma das formas de demonstrar a estrutura de uma comunidade florestal, para tanto a distribuição diamétrica é uma das mais utilizadas, devido à sua eficácia e simplicidade. O presente trabalho objetivou ajustar e selecionar Funções Densidade de Probabilidade que descrevam a distribuição diamétrica da espécie *Tapirira guianensis* em uma área de Floresta Ombrófila Densa. O estudo foi realizado em uma propriedade particular denominada vale das Águas Vivas, localizada na margem direita do Rio Amapari, na região do Munguba, município de Porto Grande, Amapá. Para o levantamento das informações, foram instaladas 50 parcelas de 10 x 20 m, totalizando 1 hectare inventariado. Foram testadas as funções Normal, Log-normal, Gama e Weibull-2P. O critério de informação de Akaike – AIC foi empregado como critério de seleção, além do teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. Os resultados indicaram uma distribuição diamétrica tendendo ao tipo decrescente. E ainda, as funções Log-normal e Weibull-2P apresentaram os melhores ajustes. Conclui-se que, estudos que visam a distribuição diamétrica podem ser utilizados como mecanismo para exploração volumétrica de madeira e projeção da produção futura.

Palavras-chave: Amapá, Função densidade e probabilidade, Manejo Florestal.

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia, maior floresta tropical da América do Sul, destaca-se pela alta biodiversidade, abriga uma ampla diversidade de espécies vegetais, animais e micro-organismos, além de povos nativos e comunidades locais que desempenham papel essencial na sua conservação, por meio do conhecimento tradicional e de atividades socioeconômicas sustentáveis (SOARES et al., 2025).

O manejo florestal sustentável requer informações sobre o crescimento das árvores e as alterações na estrutura da floresta ao longo do tempo, utilizando a prognose da distribuição diamétrica como base para orientar intervenções que garantam a sustentabilidade econômica e ecológica do ecossistema (GOMES et al.,

2022). Esse tipo de abordagem permite compreender a dinâmica populacional das espécies e subsidiar práticas que mantenham o equilíbrio entre exploração e conservação.

Entre as espécies que se destacam na composição florística da Amazônia está *Tapirira guianensis* Aubl. (tatapiririca), espécie nativa, pertencente à família Anacardiaceae, sendo amplamente distribuída no Brasil (SOUZA; LORENZI, 2005). De acordo com Lorenzi (2002), trata-se de uma árvore perenifólia, pioneira e heliófita, que atinge entre 8 e 14 m de altura, ocorrendo tanto em áreas úmidas, como várzeas e margens de rios, quanto em locais secos. A espécie possui alto potencial para recuperação de áreas degradadas, especialmente úmidas, e seus frutos são muito procurados pela fauna.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo ajustar e selecionar Funções Densidade de Probabilidade que descrevam a distribuição diamétrica da espécie *Tapirira guianensis* em uma área de Floresta Ombrófila Densa no estado do Amapá, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado na propriedade conhecida como Vale das Águas Vivas, localizada na margem direita do Rio Amaparí, na região do Munguba, município de Porto Grande, Coordenadas: Lat. 0°41'08" N / Long. 51°48'36" W.

O município de Porto Grande possui uma vegetação característica de Floresta Ombrófila Densa, especificamente de característica submontana (IBGE, 2012). O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo A, com oscilação de temperatura que pode chegar a 40 °C durante o dia e cerca de 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).

2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada em uma área de floresta nativa, representativa das formações florestais da região. O inventário florestal foi conduzido pelo método de parcelas retangulares de 10 × 20 m (200 m²), totalizando 50 parcelas e uma área amostrada de 1 hectare.

Em cada parcela, foram mensurados todos os indivíduos vivos de *Tapirira guianensis* Aubl. com diâmetro à altura do peito ($D \geq 10$ cm), utilizando fita métrica e trena. A identificação botânica da espécie foi realizada em campo. Os dados coletados foram registrados em planilhas de campo e posteriormente organizados em classes diamétricas de amplitude regular (intervalos de 10 cm), possibilitando a construção da distribuição de frequências e o ajuste dos modelos probabilísticos Normal, Log-normal, Gama e Weibull-2P. Esses dados serviram de base para a análise da estrutura diamétrica e para a avaliação da adequação dos modelos à população de *T. guianensis* na área de estudo.

2.3. Análise dos dados

Os dados de DAP foram analisados por meio da estatística descritiva, utilizando as medidas de posição: média, mediana e moda, e as medidas de dispersão: variância, desvio padrão, erro padrão, diâmetros mínimo e máximo, amplitude e coeficiente de variação. Foram comparadas as FDP's Normal, Log-normal, Gama e Weibull-2P (Tabela 1), sendo o DAP a variável independente.

Tabela 1 - Funções Densidade de Probabilidade testadas para estrutura diamétrica de *Tapirira guianensis* em uma área de Floresta Ombrófila Densa, Amapá, Brasil.

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

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); β , α , γ : parâmetros a serem estimados; Γ : função Gama.

A escolha das FDP's que melhor representaram a distribuição de diâmetros da espécie em estudo foi feita com base no critério de informação de Akaike – AIC, em que, quanto menor o valor de AIC, melhor será o ajuste do modelo. E para a validação foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo *software* R Core Team (2022).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, estão apresentados os coeficientes ajustados para as quatro Funções Densidade de Probabilidade. Esses valores foram utilizados nas suas respectivas funções para obtenção das probabilidades de encontrar árvores em determinada classe diamétrica.

Conforme evidenciado, na estatística das distribuições em estudo, a função Log-normal foi a que melhor descreveu a distribuição diamétrica, seguida da função Weibull-2P. Já a função Normal, foi a que apresentou a estimativa menos considerável para a espécie em estudo, isto é, apresentou menor aderência, pois as frequências estimadas pela função não seguem a distribuição observada, de acordo com o teste KS (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros testado para a classificação das funções de densidade pelo critério de informação de Akaike (AIC) para *Tapirira guianensis*, Amapá, Brasil.

Parâmetros	Coeficientes	Função	AIC	KS	Ranking
σ^2	81.7119	Normal	647.4501	0.1284 ^{ns}	4º
σ	9.0395				
σ^2	0.1459	Log-normal	610.3010	0.0813 ^{ns}	1º
α	6.6900770				
β	0.3226559	Gama	637.6319	0.1379 ^{ns}	3º
γ	2.366543				
β	23.383732	Weibull-2P	617.8713	0.0830 ^{ns}	2º

$D_{\text{tab}} = 0,14416$; ^{ns} não significativo; *Significativo a 5% de probabilidade.

A distribuição diamétrica de *T. guianensis* apresentou padrão assimétrico à direita, com maior concentração de indivíduos nas classes de menor diâmetro (10–30 cm), conforme ilustrado no histograma (Figura 1 - A). Esse comportamento caracteriza uma estrutura em “J” invertido, típica de populações florestais naturais em processo contínuo de regeneração, indicando bom recrutamento de indivíduos jovens e manutenção da espécie na comunidade.

As funções probabilísticas ajustadas demonstraram desempenhos distintos na representação da distribuição observada. Entre os modelos testados, as distribuições Log-normal e Weibull-2P apresentaram melhor aderência à forma empírica da distribuição, ajustando-se mais adequadamente, isto é, maior flexibilidade ao conjunto de dados. Em contrapartida, as distribuições Normal e Gama mostraram foram menos adequadas para descrever o padrão observado.

A análise da função de distribuição acumulada (Figura 1 - B) reforça essa tendência, evidenciando maior proximidade das curvas ajustadas pelos modelos Log-

normal e Weibull-2P em relação aos valores empíricos. Tais resultados corroboram outros estudos que apontam a flexibilidade da distribuição Weibull em representar populações arbóreas de florestas tropicais, especialmente aquelas com estrutura diamétrica irregular. Dessa forma, a modelagem indica que *T. guianensis* apresenta uma população jovem, com bom potencial regenerativo, sendo a Log-normal e Weibull-2P os modelos mais indicados para representar sua distribuição diamétrica na área avaliada.

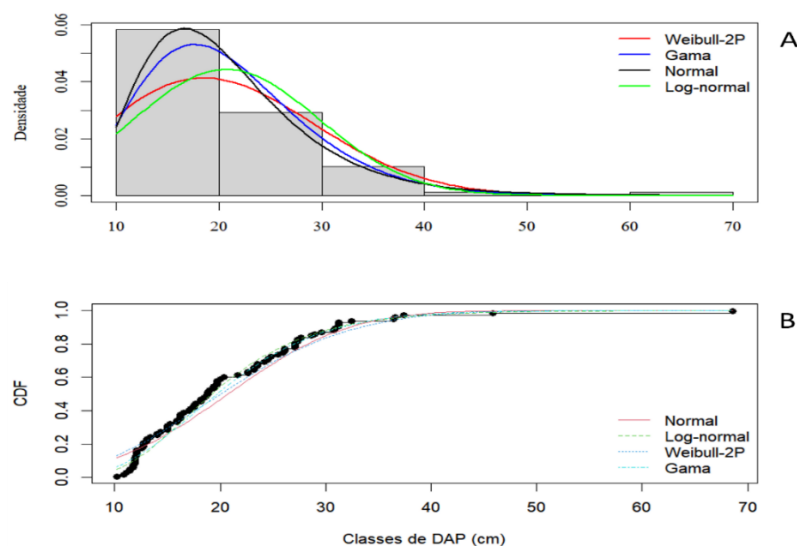


Figura 1 - (A) Distribuição diamétrica e Funções Densidade de Probabilidade; (B) Distribuição cumulativa e ajustada para *Tapirira guianensis* na região Amazônica, Amapá.

Vários trabalhos foram realizados objetivando à modelagem da distribuição diamétrica usando diversas Funções Densidade de Probabilidade para diferentes espécies e ambiente (ORELLANA *et al.*, 2014; Marangon *et al.*, 2016). E ainda, Lima *et al.* (2013), Lana *et al.* (2013), também verificaram uma baixa aderência para a função Normal.

Corroborando com o presente estudo, Santos *et al.* (2016) ao estudar uma área na Floresta Estadual do Amapá (FLOTA/AP), verificou também uma distribuição diamétrica do tipo J-invertido para a espécie *Virola surinamensis* Warb.

Desta forma, a boa aderência dos modelos Log-normal e Weibull-2P evidencia a eficiência dessas funções em descrever a estrutura da população de *T. guianensis*, refletindo a dinâmica natural de recrutamento e crescimento da espécie. A combinação da análise gráfica e do teste de Kolmogorov–Smirnov reforça a confiabilidade dos ajustes realizados. Assim, a modelagem da distribuição

diamétrica se mostra uma ferramenta útil para o entendimento da estrutura e do manejo sustentável de populações de *T. guianensis* em ecossistemas florestais amazônicos.

4. CONCLUSÃO

A função Log-normal apresentou melhor desempenho quanto ao ajuste para a espécie estudada e pode ser indicada para descrever a distribuição diamétrica e auxiliar na tomada de decisões sobre o manejo e conservação desta espécie. Em relação ao comportamento da distribuição diamétrica, esse tipo de comportamento decrescente da curva é um indicativo que a comunidade arbórea estudada apresenta pouca ou nenhuma pressão antrópica.

5. REFERÊNCIAS

- GOMES, C.M.M., PAULA, M.T., JESUS, E.S., MARTINS, W.B.R., TERRAZAS, W.D.M. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional de um remanescente florestal urbano, Santa Bárbara-PA. **Research, Society and Development** 12, 2022.
- LANA, M. D.; BRANDÃO, C.F.L.S.; PÉLLICO NETTO, S.; MARANGON, L.C., RETSLAFF, F. A. S. Distribuição diamétrica de *Escheweilera ovata* em um Fragmento de Floresta Ombrófila Densa - Igarassu, PE. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 59 – 68. 2013.
- LIMA, R.B.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; ALVES JUNIOR, F.T.; OLIVEIRA, C. P.; LANA, M. D.; CESPEDES, G.H.G. Modelagem da distribuição diamétrica para *Poincianella bracteosa* em vegetação de Caatinga, Floresta-PE. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro. 2013.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. p. 384, 2002.
- MARANGON GP, FERREIRA RLC, SILVA JAA, SCHNEIDER PR, LOUREIRO GH. Modelagem da distribuição diamétrica e espécies lenhosas da Caatinga, semiárido Pernambucano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 3, p. 863-874. 2016.
- ORELLANA E, FIGUEIREDO FILHO A, PÉLLICO NETTO S, DIAS AN. 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.
- 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.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640p. 2005.