



COMUNICADO
TÉCNICO

468

Colombo, PR
Junho, 2021

Embrapa

Distribuição diamétrica e espacial de *Couratari* spp. em dois locais da Floresta Amazônica

Caroline Gaspar
Marilice Cordeiro Garrastazu
Evaldo Muñoz Braz
Patricia Povia de Mattos
Luciano Farinha Watzlawick

Distribuição diamétrica e espacial de *Couratari* spp. em dois locais da Floresta Amazônica

Caroline Gaspar, Engenheira Florestal, mestre em Ciências Florestais, residente técnica do Instituto Água e Terra, Curitiba, PR; **Marilice Cordeiro Garrastazu**, Engenheira Florestal, mestre em Engenharia Agrícola/Sensoriamento Remoto, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR; **Evaldo Muñoz Braz**, Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR; **Patricia Povia de Mattos**, Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR; **Luciano Farinha Watzlawick**, Engenheiro Florestal, doutor em Engenharia Florestal, professor adjunto da Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná, Guarapuava, PR

O manejo sustentável de florestas naturais é viabilizado por um conjunto de técnicas para a retirada de árvores com interesse comercial e produtos não madeireiros, por meio de exploração planejada de baixo impacto, a fim de garantir a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais para as gerações presente e futuras (Silva, 1996; Brasil, 2006; Sabogal et al., 2009).

Para manter a sustentabilidade do manejo florestal é importante assegurar um bom planejamento das atividades, considerando as características ecológicas e ambientais de cada espécie, bem como conhecer o seu comportamento em cada povoamento, visto que as espécies apresentam comportamentos distintos de acordo com as características do ambiente. Além disso, o volume de madeira produzido em um povoamento com espécies nativas varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição espacial irregular das espécies (Hosokawa, 1998).

O conhecimento da estrutura horizontal de uma floresta nativa é uma

importante ferramenta para a determinação do potencial econômico da floresta natural, bem como para a gestão dos recursos florestais, visando garantir uma melhor produção. Assim, com uma estrutura diamétrica balanceada, pode-se definir a sustentabilidade futura em curto, médio e longo prazos (Pulz et al., 1999; Souza; Silva, 2006).

O padrão espacial de espécies arbóreas também é um ponto importante a ser considerado para a definição de estratégias de manejo. Esse padrão possibilita entender como determinada espécie utiliza os recursos disponíveis no ambiente e compreender a sua função ao sucesso do estabelecimento e reprodução da espécie (Condit et al., 2000).

As informações sobre a estrutura e o padrão espacial das espécies arbóreas tropicais são, assim, necessárias para o entendimento de seu comportamento ecológico. Além disso, também é importante para estabelecer diferenças entre impactos antrópicos e processos dinâmicos naturais (Souza; Silva, 2006).

O gênero *Couratari* tem ampla distribuição em toda a região Amazônica, estando presente no estrato superior ou emergente, cujas espécies apresentam grande importância econômica (Procópio et al., 2010). Apesar dessa importância, as informações sobre esse gênero ainda são escassas. O objetivo deste trabalho foi apresentar a estrutura diamétrica e o padrão de distribuição espacial de espécies do gênero *Couratari*, para embasar o planejamento do manejo florestal sustentável.

O trabalho foi realizado em dois locais, sendo uma das áreas a Floresta Nacional do Jamari, localizada no norte do estado de Rondônia, entre as coordenadas 62°44'05"W e 63°16'54"W e 9°00'00"S e 9°30'00"S. O clima da região é tropical chuvoso (Aw), com uma estação seca durante o inverno e com precipitação pluviométrica anual de 2.400 mm. É caracterizada pela fitofisionomia situada entre Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Ombrófila Densa. Nesta área, os dados foram coletados na Unidade de Produção 05, com área de 1.596 ha, por meio do censo, onde foram medidos e georreferenciados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,3 m do solo igual ou superior a 40 cm, totalizando 17.000 indivíduos. A espécie escolhida para estudo nesta área foi *Couratari stellata* A. C. Smith, que possui 556 indivíduos.

O outro local de estudo foi a fazenda Santa Cruz, localizada no município de Colniza, microrregião de Aripuanã, no estado do Mato Grosso (59°41'31,5"W e 09°34'04,7"S). O clima também é do tipo

Aw, e a precipitação pluviométrica média anual é 2.000 mm. A área de produção da fazenda possui 2.353,43 ha. A base de dados utilizada foi o censo executado na área, sendo mensurados, identificados e georreferenciados todos os indivíduos arbóreos com diâmetro a 1,3 m do solo igual ou superior a 40 cm. A espécie estudada nesta área foi *Couratari oblongifolia* Ducke & R. Knuth, que possui 794 indivíduos.

Para o entendimento das distribuições diamétricas foi utilizada a função de densidade probabilística (fdp). A distribuição diamétrica de espécie e região foi obtida mediante dados de inventários 100% (censo), a partir do centro do diâmetro de 40 cm. As classes de diâmetro tiveram sua amplitude definida em 10 cm. Para as fdps foram ajustadas as funções Normal, Beta, Gama, LogNormal, SB de Johnson e Weibull de três parâmetros (Tabela 1) para as distribuições diamétricas das espécies, utilizando o software TableCurve 2d v.05.1 (Systat, 2002). A escolha da fdp que melhor aderiu aos dados foi realizada com base no teste de Kolmogorov-Smirnov e no índice de Reynolds.

A análise de densidade de *Kernel* foi realizada por meio do software ArcGis. Para essa análise, foram criadas parcelas simuladas de 1 ha, distribuídas na forma de um reticulado cobrindo toda superfície, nas duas áreas de estudo, totalizando 1.282 parcelas na Flona do Jamari e 1.528 em Colniza. Foi gerada uma tabela de atributos contendo informações em nível de parcelas.

Tabela 1. Estatísticas e parâmetros das funções densidade de probabilidade ajustadas para *C. stellata* e *C. oblongifolia*, em dois fragmentos de Floresta Amazônica.

	Normal	LogNormal	Gama	Beta	Weibull 3P	Sb de Johnson	D_{tab}^*
<i>Couratari stellata</i>							
$D_{calc.}$	0,0461	0,0289	0,0345	0,0280	0,0291	0,0230	2,2541
IR	0,072	0,046	0,056	0,055	0,054	0,043	
Parâmetros	$\sigma=75,54$	$\sigma=4,36$	$\sigma=11,19$	$\sigma=2,23$	$a=41,94$	$\delta=2,33$	
	$\mu=23,83$	$\mu=0,30$	$\mu=7,13$	$\mu=3,52$	$b=45,79$	$\lambda=3462,09$	
					$c=1,73$	$\epsilon=21,64$	
						$Y=9,51$	
<i>Couratari oblongifolia</i>							
$D_{calc.}$	0,0388	0,0497	0,0440	0,0472	0,0372	0,0340	1,8572
IR	0,096	0,140	0,123	0,1380	0,088	0,088	
Parâmetros	$\sigma=83,08$	$\sigma=4,45$	$\sigma=9,10$	$\sigma=1,86$	$a=-191,56$	$\delta=2,39$	
	$\mu=27,63$	$\mu=0,34$	$\mu=9,66$	$\mu=4,46$	$b=282,25$	$\lambda=333,74$	
					$c=11,26$	$\epsilon=-158,73$	
						$Y=-2,25$	

μ = média; σ = desvio padrão; α , β , a , b , c , δ , λ , ϵ = parâmetros estimados nos ajustes; $D_{calc.}$ = máxima diferença absoluta entre a função densidade de probabilidade ajustada e os valores observados em campo; $D_{tab.}$ é o valor tabelado de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 0,05$); * = dados reais não aderiram ao ajuste ($D_{tab.} \leq D_{calc.}$); IR = Índice de Reynolds.

A densidade de *Kernel* foi calculada para cada área de estudo, considerando todos os indivíduos da espécie com DAP ≥ 40 cm. Foram geradas figuras com os resultados da análise de densidade de *Kernel*, que considera uma vizinhança circular em torno do ponto principal, com um raio de 150 m.

Foi gerado um mapa de altitude com a distribuição das árvores na área. Para isso, foram utilizados como base os Modelos Digitais de Elevação dos Estados brasileiros - mosaicos de cada Estado elaborados a partir de dados do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), no datum SAD69 (Weber et al.,

2004), com resolução espacial de 90 m. Esses dados foram transformados para coordenadas métricas. Com o ArcGis, foram realizadas análises de dispersão de cada espécie, utilizando o método do vizinho mais próximo, para inferir o comportamento espacial da espécie, cujos valores inferiores a -2,58 representam agrupamento e superiores a +2,58 indicam dispersão.

Todas as funções de densidade de probabilidade ajustadas para *C. stellata* e *C. oblongifolia* aderiram ao conjunto de dados agrupados observados (Tabela 1). A função com melhor aderência para ambas as espécies foi a Sb de Johnson.

Foi observado um padrão unimodal para as distribuições de ambas as espécies de *Couratari* estudadas (Figura 1). A tendência decrescente inicia em 65 cm de diâmetro para *C. stellata* e em 95 cm para *C. oblongifolia*, com uma queda mais acentuada no número de indivíduos. *C. stellata* alcança seu limite biológico em diâmetro na classe de 155 cm e *C. oblongifolia* na classe de 175 cm, nas áreas avaliadas.

Embora a distribuição “J-invertido” seja a mais comum em florestas naturais, quando a análise é feita para populações de uma única espécie podem ser encontradas distribuições unimodais (Scolforo, 2006; Machado et al., 2010), como visto em alguns trabalhos (Condit et al., 1998; Pascal, 2003, Braz et al., 2014; Canetti, 2019).

A densidade populacional de *C. stellata* no local estudado e sua

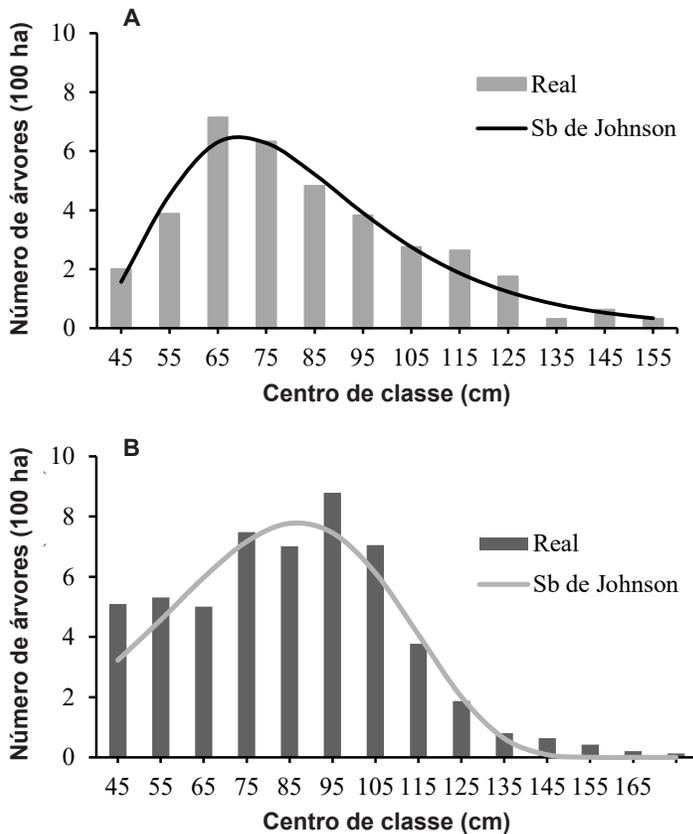


Figura 1. Funções densidade de probabilidade ajustadas para *Couratari stellata* (A) e *Couratari oblongifolia* (B), em dois fragmentos da Floresta Amazônica.

distribuição de acordo com o mapa de altitude, estão representadas na Figura 2. A altitude do local de estudo variou de 127 m a 185 m, sendo separadas em três classes: baixa (127-135 m), média (135-155 m) e alta (155-185 m). A espécie possui distribuição heterogênea na área, com a maior concentração de indivíduos nas áreas com média (68%) e alta altitude (30%). Poucos indivíduos da espécie foram encontrados em baixas altitudes (2%), onde há corpos d'água.

A densidade populacional de *C. oblongifolia* e sua distribuição de acordo com altitude estão representadas na Figura 3. Neste local as altitudes variaram de 123 m a 189 m, e também foram separadas em três classes. Observa-se que a maior densidade está na região

central, atingindo um terço da área e também com tendência a se concentrar nas áreas de médias e altas altitudes, considerando as referências locais. Pode-se notar a formação de aglomerados com maior densidade de indivíduos com núcleo definido. De forma geral, *C. oblongifolia* apresenta padrão de densidade populacional com indivíduos agregados de forma semelhante a *C. stellata*.

Saber como a espécie se distribui na área, de acordo com mapas de densidades, é importante para entender como determinada espécie usa os recursos disponíveis do meio. Neste caso, pode ser usado como base para traçar seu plano de manejo, pensando em otimização de estradas e pátios, época

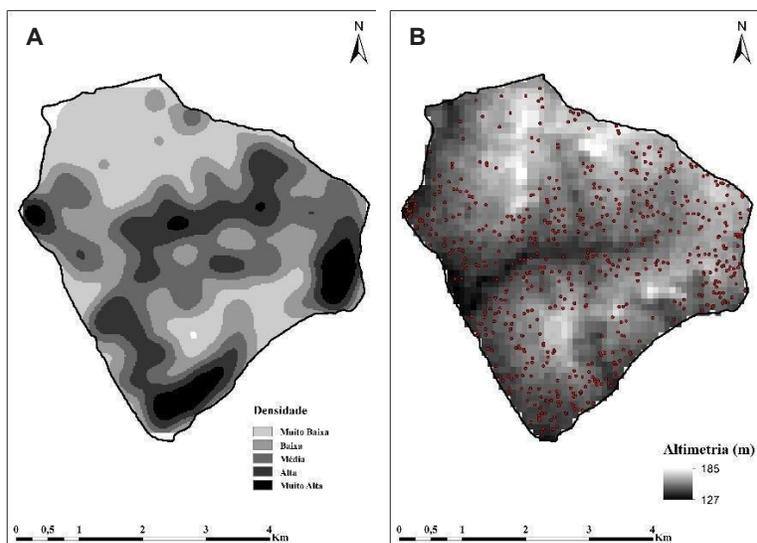


Figura 2. Mapas da densidade de *Kernel*, na UPA 05 da Flona do Jamari, RO, considerando todos os indivíduos de *Couratari stellata* (A), e da distribuição da espécie de acordo com a altitude (B).

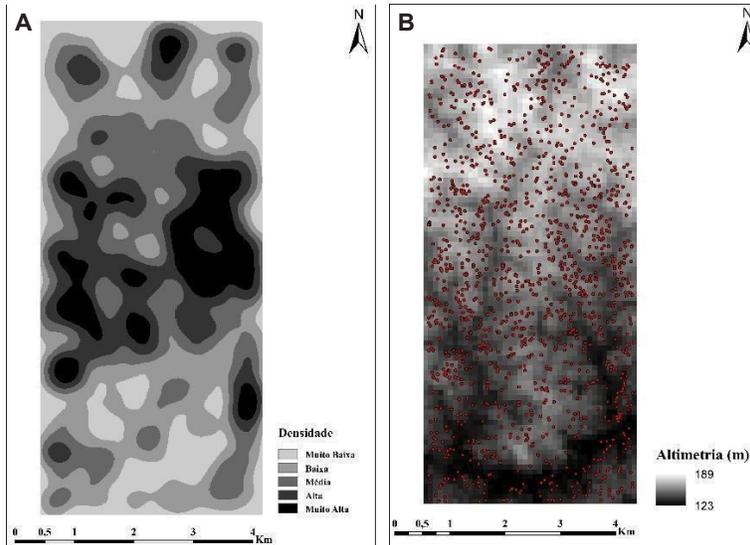


Figura 3. Mapas da densidade de *Kernel* na Fazenda Santa Cruz em Colniza, MT, considerando todos os indivíduos de *Couratari oblongifolia* (A), e da distribuição da espécie de acordo com altitude (B).

de exploração, em função de acesso em períodos anteriores ao período de chuvas.

A distribuição espacial dos indivíduos na população pode ser influenciada por fatores controladores da densidade populacional. Alguns exemplos desses fatores são a disponibilidade de luz e água, as características dos solos, a altitude, os dispersores de propágulos, alelopatia e competição intra e interespecífica (Silva et al., 2009).

O padrão de distribuição espacial de indivíduos maduros reflete o padrão espacial de recrutamento e mortalidade. Quando há alta mortalidade o padrão tende a ser menos agregado. No entanto, quando a mortalidade é influenciada

por fatores abióticos, a população tende a se concentrar em locais de maior densidade populacional nos habitats favoráveis, o que aumenta a demanda por recursos. Assim, a mortalidade depende da densidade populacional, fazendo com que distribuições com padrão agregado (agrupamento) tornem-se mais regulares (Crawley, 1986).

De acordo com Procópio et al. (2010), *C. stellata* tem ampla distribuição em todas as regiões da Floresta Amazônica, em geral com alta densidade, sendo mais frequente em solos arenosos (Bánki et al., 2003), o que é uma característica predominante na área de estudo da Flona do Jamarí (Cysneiros, 2017). Em outros estudos de áreas onde a espécie

ocorre, ela aparece como dominante e entre as dez espécies mais abundantes, sendo uma espécie estruturante da floresta e um importante componente do dossel amazônico (Mori; Lepsch-Cunha 1995, Bánki et al., 2003, Steege et al., 2003).

Couratari oblongifolia apresenta ampla distribuição, alta frequência e densidades localmente altas em toda a Amazônia. Porém, tem a menor área de ocorrência dentre as espécies de tauari de ampla distribuição (Procópio et al., 2010).

Tanto *C. stellata* quanto *C. oblongifolia* apresentaram comportamento agregado, de acordo com o índice de dispersão, com valores de corte (z-score) de -8,56 e -4,83, respectivamente (Figura 4). O padrão agregado é aquele onde há uma tendência dos indivíduos

de uma mesma espécie ocorrerem em agrupamentos. Nesse caso, a chance de ocorrência de um indivíduo é aumentada pela presença de outros (Souza; Silva, 2006). Esse padrão de agrupamento é predominante nas árvores tropicais (Hubbell, 1979; Condit et al., 2000; Cysneiros et al., 2018). Uma explicação para o padrão de agregação decorre dos fatores bióticos, como a síndrome de dispersão e limitação. Espécies que apresentam dispersão de sementes anemocórica, como as estudadas neste trabalho, geralmente apresentam esse tipo de distribuição (Condit et al., 2000).

Segundo Silva et al. (2009), a heterogeneidade do ambiente parece ser o que mais influencia o padrão de distribuição das plantas em determinada área. Os recursos do habitat (luz, nutrientes, água e solo) raramente estão dispostos de maneira regular em uma floresta, por isso as plantas tendem a seguir o padrão de agregação, ocupando locais mais favoráveis.

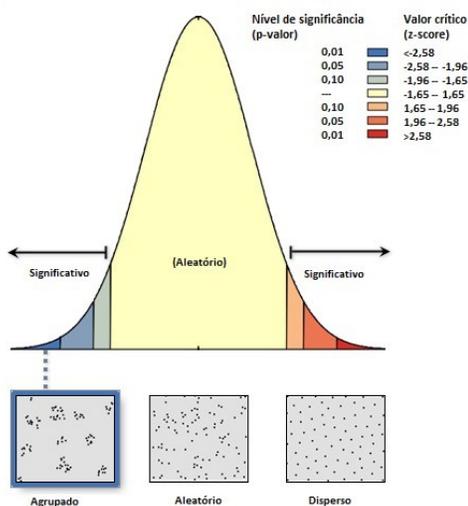


Figura 4. Representação de dispersão de *Couratari* spp. em fragmentos da Floresta Amazônica primária.

Conclusões

Ambas as espécies possuem maior frequência em classes de diâmetro elevadas. Apresentam distribuição possivelmente influenciada pela altitude e mostras de dispersão agregada.

Recomenda-se o uso de informações de altitude em escala de maior detalhe, para maior refinamento das análises.

Espera-se que estas informações possam dar suporte ao planejamento

de manejo para a garantia de sua sustentabilidade.

Referências

- BÁNKI, O. S.; TER STEEGE, H.; JANSEN-JACOBS, M. J.; RAGHOENANDAN, U. P. D. Plant diversity of the Nassau Mountains, Suriname. **Report of the 2003 Expedition**. Utrecht, 2003. 52 p.
- BRASIL. Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006. Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal – FNDF [...] e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 jun. 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11284.htm. Acesso em: 10 dez. 2018.
- BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; OLIVEIRA, M. F.; BASSO, R. O. Strategies for achieving sustainable logging rate in the Brazilian Amazon Forest. **Open Journal of Forestry**, v. 4, n. 2, p. 100-105, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ojf.2014.42015>.
- CANETTI, A. **Estrutura, dinâmica e manejo sustentável em ecótono da Floresta Amazônica**. 2019. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- CONDIT, R.; AHSTON, P. S.; BAKER, P.; BUNYAVEJCHEWIN, S.; GUNATILLEKE, S.; GUNATILLEKE, N.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B.; ITOH, A.; LAFRANKIE, J. V.; LEE, H. S.; LOSOS, E.; MANOKARAN, M.; SUKUMAR, R.; YAMAKURA, T. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. **Science**, v. 288, n. 5470, p. 1414-1418, 2000. <http://dx.doi.org/10.1126/science.288.5470.1414>.
- CONDIT, R.; SUKUMAR, R.; HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist*, v. 152, 4 p., 1998. <https://doi.org/10.1086/286186>.
- CRAWLEY, M. J. **Plant ecology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1986. 186 p.
- CYSNEIROS, V. C.; PELISSARI, A. L.; MACHADO, S. D.; FIGUEIREDO FILHO, A.; SOUZA, L. Modelos genéricos e específicos para estimativa do volume comercial em uma floresta sob concessão na Amazônia. **Scientia Forestalis**, v. 45, n. 114, p. 295-304, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n114.06>.
- CYSNEIROS, V. C.; DALMASO, C. A.; PELISSARI, A. L.; MATTOS, P. P. de; SOUZA, L. de; MACHADO, S. do A. Spatial patterns and interactions of dominant tree species in an Amazon tropical rainforest. **Revista de Biologia Tropical**, v. 66, n. 3, p. 1009-1017, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i3.31216>.
- HOSOKAWA, R. T.; MOURA, J. B. de; CUNHA, U. S. da. **Introdução ao manejo e economia florestal**. Curitiba: UFPR, 1998. 162 p.
- HUBBELL, S. P. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. **Science**, v. 203, p. 1299-1309, 1979. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.203.4387.1299>.
- MACHADO, S. A.; SANTOS, A. A. P.; NASCIMENTO, R. G. M.; AUGUSTYNICZIK, A. L. D.; ZAMIN, N. T. Modelagem da distribuição diamétrica de quatro espécies de Lauraceae em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 1, p. 91-105, 2010.
- MORI, S. A.; LEPSCH-CUNHA, N. The Lecythidaceae of a Central Amazonian moist forest. **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 75, p. 1-55, 1995.
- PASCAL, J. Notions sur les structures et dynamique des forêts tropicales humides. **Revue forestière française**, v. 55, p. 118-130, 2003. DOI: <https://doi.org/10.4267/2042/5765>.
- PROCÓPIO, L. C.; GAYOT, M.; SIST, P.; FERRAZ, I. D. K. As espécies de tauari (Lecythidaceae) em florestas de terra firme da

Amazônia: padrões de distribuição geográfica, abundâncias e implicações para a conservação. **Acta Botanica Brasílica**, v. 24, n. 4, p. 883-897, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062010000400002>.

PULZ, F. A.; SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta ineqüânea com a matriz de transição. **Cerne**, v. 5. p. 1-14, 1999.

STEEGE, H.; PITTMAN, N. C. A; SABATIER, D. et al. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. **Science**, v. 342, n. 6156, p. 325-326, 2013.

SABOGAL, C.; POKORNY, B.; SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; ZWEEDE, J.; PUERTA, R. **Diretrizes técnicas de manejo para produção madeireira mecanizada em florestas de terra firme na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 217 p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria florestal: Modelos de crescimento e produção florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2006. 39 p.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1996. 46 p.

SILVA, K. E.; MARTINS, S. V.; SANTOS, N. T.; RIBEIRO, C. A. A. S. Padrões espaciais de espécies arbóreas tropicais. In: MARTINS, S. V. (ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, MG: UFGV, 2009. p. 216-244.

SOUZA, V. L.; SILVA, O. A. Estrutura e distribuição espacial de uma população de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em cerrado da Reserva Biológica e Estação Experimental de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. **Holos Environment**, v. 6, p. 55-69, 2006. DOI: <https://doi.org/10.14295/holos.v6i1.201>.

SYSTAT SOFTWARE. **TableCurve 2D versão 5.01**. 2002.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: Centro de Ecologia, UFRGS, 2004. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>. Acesso em: 17 nov. 2019.

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Versão digital (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações da Embrapa Florestas

Presidente

Patrícia Povoá de Mattos

Vice-Presidente

José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva

Elisabete Marques Oaida

Membros

Annete Bonnet

Elenice Fritzsoms

Marcelo Francia Arco Verde

Susete do Rocio Chiarello Penteadó

Cristiane Aparecida Fioravante Reis

Krisle da Silva

Marilice Cordeiro Garrastazu

Valderês Aparecida de Sousa

Supervisão editorial/Revisão de texto

José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica

Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Neide Makiko Furukawa

Foto capa:

Evaldo Muñoz Braz