

Foto: Renato Olivir Basso



## Padrão de crescimento de amescla em Santa Carmem, MT

Hannah Eliane Ramalho Ribas<sup>1</sup>  
Andreia Taborda dos Santos<sup>2</sup>  
Patricia Povia de Mattos<sup>3</sup>  
Evaldo Muñoz Braz<sup>4</sup>  
Aline Canetti<sup>5</sup>  
Renato Olivir Basso<sup>6</sup>

A microrregião de Sinop, MT, onde está localizado o Município de Santa Carmem. De acordo com Picoli (2004), 24,84% das indústrias do setor madeireiro do norte do Mato Grosso se encontram nessa microrregião.

O setor madeireiro brasileiro reclama da falta de normas eficazes para a regularização e execução do manejo sustentável, pois as existentes são restritas e gerais (BRAZ et al., 2012). Apesar disso, esse setor apresenta grande impacto na balança comercial. Para manter a economia estável e/ou crescente, é necessário implementar técnicas de manejo sustentável, e o que se defende é a inclusão de dados de crescimento e da estrutura da floresta no planejamento de cada unidade de produção anual. O setor madeireiro na microrregião de Sinop, no Mato Grosso é uma região que atua tradicionalmente no manejo florestal, em áreas de Floresta Ombrófila Densa.

Em floresta tropical, um plano de manejo sustentável apresenta dificuldades que devem ser consideradas em sua elaboração, como a grande diversidade de espécies arbóreas que, por sua vez, apresentam idades e diâmetros diferentes (BUONGIORNO; GILLESS, 1987). A questão sustentabilidade, apesar de bastante debatida, ainda não recebeu as respostas necessárias e básicas sobre, por exemplo, como compreender e compatibilizar os padrões de crescimento das árvores de espécies diferentes (OLIVEIRA, 2014).

Por outro lado existe uma lacuna sobre as informações de crescimento das espécies comerciais de interesse, tornando difícil aos gestores florestais e organismos de fiscalização a determinação de normas adequadas ao crescimento. Sem informações de crescimento, inferências sobre produção são omitidas. As garantias supostas de sustentabilidade têm se baseado em informações gerais sobre o incremento da floresta.

<sup>1</sup> Acadêmica em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO

<sup>2</sup> Engenheira florestal, mestre em Engenharia Florestal, docente no Centro Universitário Autônomo do Brasil, Curitiba, PR

<sup>3</sup> Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

<sup>4</sup> Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

<sup>5</sup> Engenheira florestal, doutoranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

<sup>6</sup> Engenheiro florestal, gerente proprietário da Elabore Projetos e Consultoria Florestal, Sinop, MT

O manejo de florestas naturais carece de informações sobre séries de crescimento longas. Em geral, as séries disponíveis são curtas e oriundas de parcelas permanentes (VANCLAY, 1994). A dendrocronologia passa a ser uma ferramenta atrativa pela agilidade e precisão para a recuperação de dados de crescimento, sendo crescente o seu uso em ambientes tropicais (MATTOS et al., 2011).

Na Amazônia, vários estudos mostram a formação de anéis anuais de crescimento em espécies nativas (CUNHA et al., 2016; FONSECA JÚNIOR et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2015a, 2015b; SCHÖNGART, 2008; SCHÖNGART et al., 2005), mostrando o potencial para a recuperação dos dados de crescimento aplicados ao manejo de espécies arbóreas nativas.

O presente trabalho objetivou a análise do ritmo de crescimento por meio dos anéis de crescimento de amescla (*Trattinnickia* sp.), em Santa Carmem, MT.

*Trattinnickia* sp., da família Burseraceae pode ser encontrada na Bolívia e em alguns estados do Brasil como Amapá, Amazonas, Mato Grosso e Pará. A madeira dessa espécie é usada na construção civil, no geral, forro, rodapé, saltos de sapato e outros usos, por ser uma madeira leve, com densidade de  $520 \text{ kg m}^{-3}$ , a 12% de umidade, e densidade verde de  $955 \text{ kg m}^{-3}$  (SOUZA et al., 2002). Esta espécie ocupa a terceira posição em relação ao índice de valor de importância na microrregião de Sinop, MT (OLIVEIRA, 2014). No período entre 2008 e 2011 *Trattinnickia* sp., conhecida como amescla, breu, breu-preto, breu-sucuruba, mangue, morcegueira, sucububa, sucurubeira, constava entre as cinco espécies mais comercializadas no MT (MATO..., 2012).

A estrutura diamétrica foi obtida a partir de inventários 100% de seis planos de manejo aprovados em floresta primária (pré-exploração), na microrregião de Sinop, MT, totalizando 6.952 ha. Nesses, foram identificadas e medidas todas as árvores com diâmetro a 1,30 m do solo (DAP)  $\geq 40$  cm. Para a obtenção das árvores com menos de 40 cm, foram amostradas 36 parcelas, totalizando 3,6 ha. Foram medidas todas as árvores com DAP entre 20 cm e 39,9 cm. Os indivíduos nas classes de DAP  $< 9,9$  e de  $10,0 \leq \text{DAP} < 19,9$  foram apenas contados.

Foram coletadas amostras destrutivas de 13 indivíduos adultos de *Trattinnickia* sp. em área de floresta primária. As amostras foram secas e lixadas, para melhor visualização dos limites das camadas de crescimento (Figura 1).

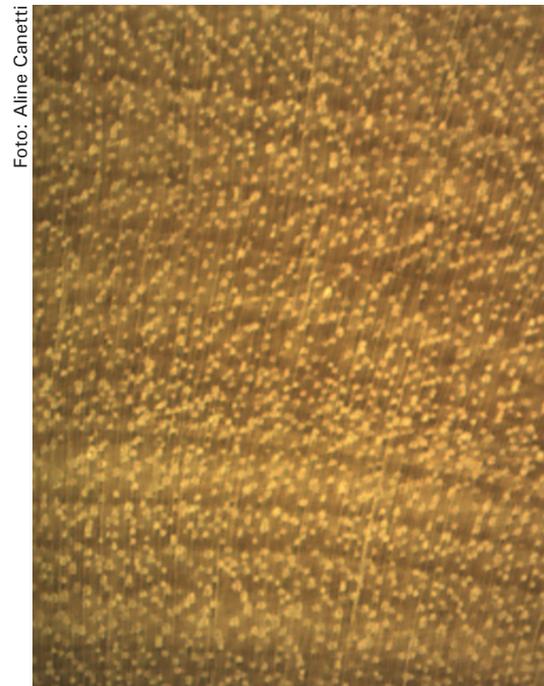


Figura 1. Camadas de crescimento de *Trattinnickia* sp..

Estas foram marcadas e medidas utilizando-se microscópio estereoscópico e mesa de mensuração com precisão de 0,01 mm. As séries de crescimento foram datadas em planilha eletrônica e com o programa COFECHA (HOLMES, 1983), para confirmação do ano correto de formação de cada camada de crescimento.

Os dados de crescimento foram modelados mediante ajustes de equações visando entender o padrão de crescimento da espécie. Todas as análises estatísticas e ajustes de equações foram realizados por meio do software SAS 9.0. Devido à dificuldade de obtenção de um grande número de amostras para este estudo, utilizou-se a técnica de *bootstrap* (EFRON; TIBISHINARI, 1993), simulando o crescimento de 100 novas trajetórias, semelhante ao utilizado por outros autores em estudos dendrocronológicos (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006; MATTOS et al., 2015).

Os modelos matemáticos testados estão apresentados na Tabela 1. A equação de crescimento

**Tabela 1.** Modelos de crescimento testados para *Trattinnickia* sp. na região de Sinop, MT.

Denominação da equação	Modelo
Gompertz	$DAP = \beta_0 e^{-\beta_1 e^{-\beta_2 t}}$
Johnson-Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{t + \beta_2}}$
Linear	$DAP = \beta_0 + \beta_1 t$
Logística	$DAP = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 e^{-\beta_2 t}}$
Monomolecular	$DAP = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t}\right)$
Richards	$DAP = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t}\right)^{\frac{1}{1-\beta_3}}$
Schumacher	$DAP = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{t}}$

Sendo  $DAP$  = diâmetro a 1,30 m do solo,  $t$  = tempo (anos);  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  = parâmetros das equações e  $e$  = número de Euler.

Fonte: Burkhart e Tomé (2012).

foi escolhida por estar entre os melhores parâmetros estatísticos do ajuste de regressão (coeficiente de determinação –  $R^2$ , coeficiente de variação – CV% e valor de F) e ajuste aos dados reais.

Os parâmetros estatísticos para os modelos testados para o ajuste das séries históricas de crescimento estão dispostos na Tabela 2. Os melhores modelos foram os de Johnson-Schumacher e o de Richards. No entanto, a distribuição de resíduos do modelo de Richards apresentou menor tendenciosidade (Figura 2), quando comparada aos outros modelos, sendo então selecionado também por apresentar bom ajuste aos dados reais (Figura 3).

A regeneração amostrada abaixo da classe de 40 cm está indicada na Figura 4. Pode ser visto abundante regeneração nestas classes. O gráfico mostra uma drástica redução da primeira classe para a

subsequente, provavelmente devido à competição e à falta de tratamentos silviculturais que permitissem a liberação das plântulas e a abertura do dossel superior para a entrada de luz.

A distribuição diamétrica das árvores de *Trattinnickia* sp. com  $DAP \geq 40$  cm na área de estudo está apresentada na Figura 5.

A estrutura da floresta foi obtida a partir de dados de planos de manejo realizados na região, para árvores com  $DAP \geq 40$  cm, e levantamentos de parcelas amostrais, sendo que árvores com  $DAP < 40$  cm foram levantadas por inventário amostral.

Observa-se na Figura 5 que acima de 40 cm a estrutura comercial da espécie tem tendência a apresentar distribuição em “J invertido”, comumente relatada para florestas inequidâneas (SANTOS et al., 2016; SOUZA et al., 2006). A maior concentração de indivíduos foi observada no centro de classe de 55 cm. Pode-se notar que a estrutura avaliada mostra decréscimo acentuado de sobrevivência nas classes de  $DAP > 60$  cm. Este padrão não é observado para todas as espécies em floresta natural. Por exemplo, *Erismia uncinatum* mantém a estrutura mais constante até classes maiores (BRAZ et al., 2017). Essas diferenças devem ser consideradas para o planejamento do manejo de cada espécie.

A correlação entre idade das árvores avaliadas e o diâmetro atingido foi de 78%, indicando grande relação entre classe diamétrica e o tempo de desenvolvimento. Esta informação é decisiva para salientar a importância da estrutura diamétrica no manejo de florestas.

Foi observado incremento médio anual (IMA) em diâmetro de 0,48 cm, em árvores variando entre 94 e 148 anos, com mínimo de 0,35 cm (99 anos) e

**Tabela 2.** Estatística: resumo dos parâmetros para os modelos testados.

Denominação da equação	$R^2$ ajust	CV(%)	F	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
Johnson-Schumacher	0,9761	25,32	867458	326,3	301,7	53,072	
Richards	0,9762	25,26	867458	153,6	1,0	0,001	0,3
Gompertz	0,9758	25,50	854912	106,3	4,0	0,015	
Schumacher	0,9724	27,19	1119921	128,1	101,4		
Logística	0,9746	26,10	814005	77,5	20,3	0,034	
Linear	0,9313	26,18	843037	-5,5	0,5		

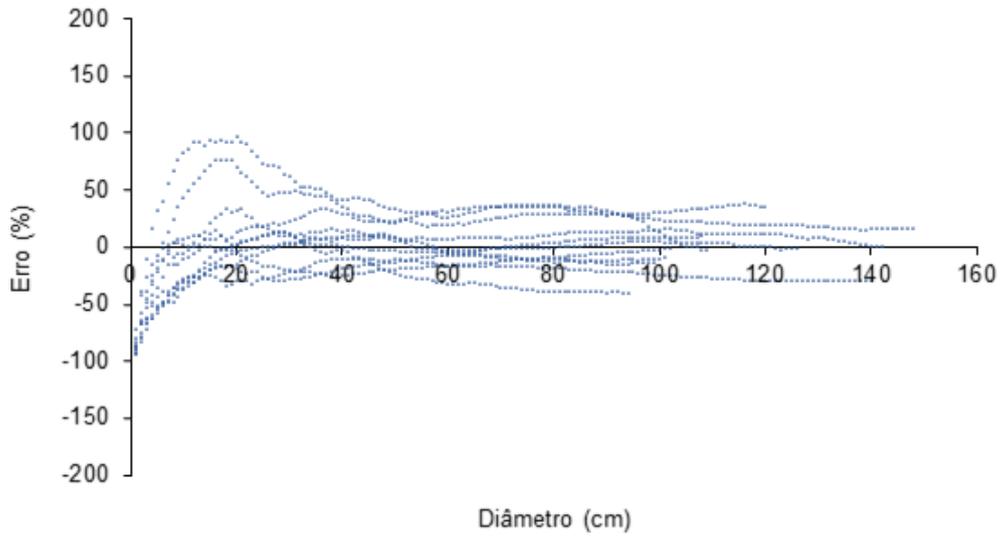


Figura 2. Distribuição de resíduos para o modelo Richards.

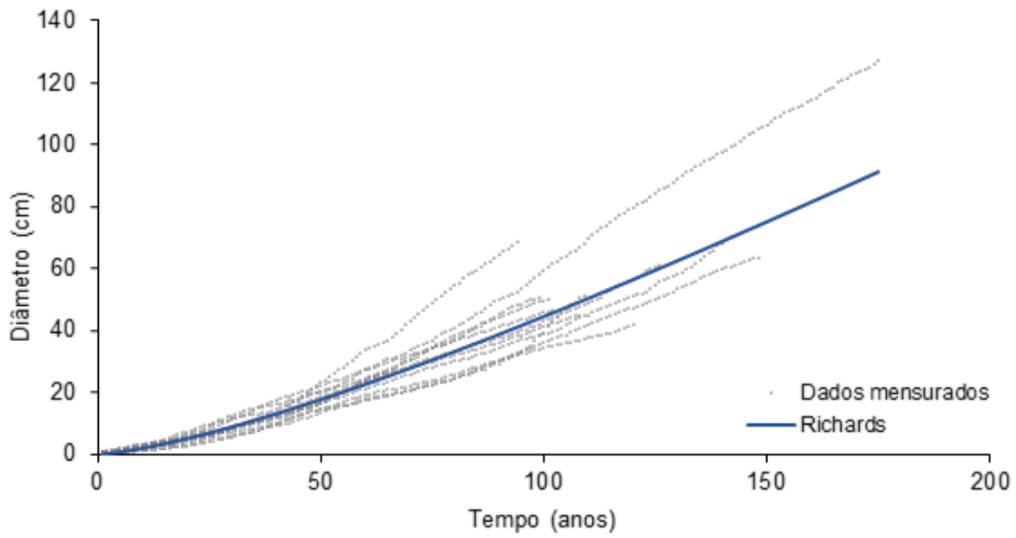


Figura 3. Modelo de crescimento de Richards ( $DAP = 153,6 \left(1 - e^{-0,001tempo}\right)^{\frac{1}{1-0,3}}$ ), ajustado aos dados reais.

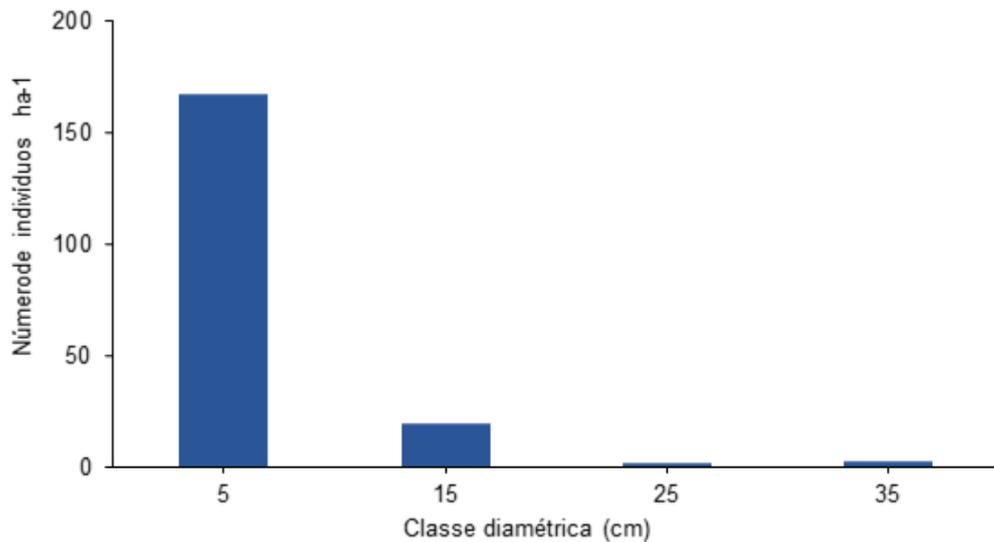


Figura 4. Estrutura diamétrica da regeneração natural com DAP < 40 cm, em Santa Carmem, MT.

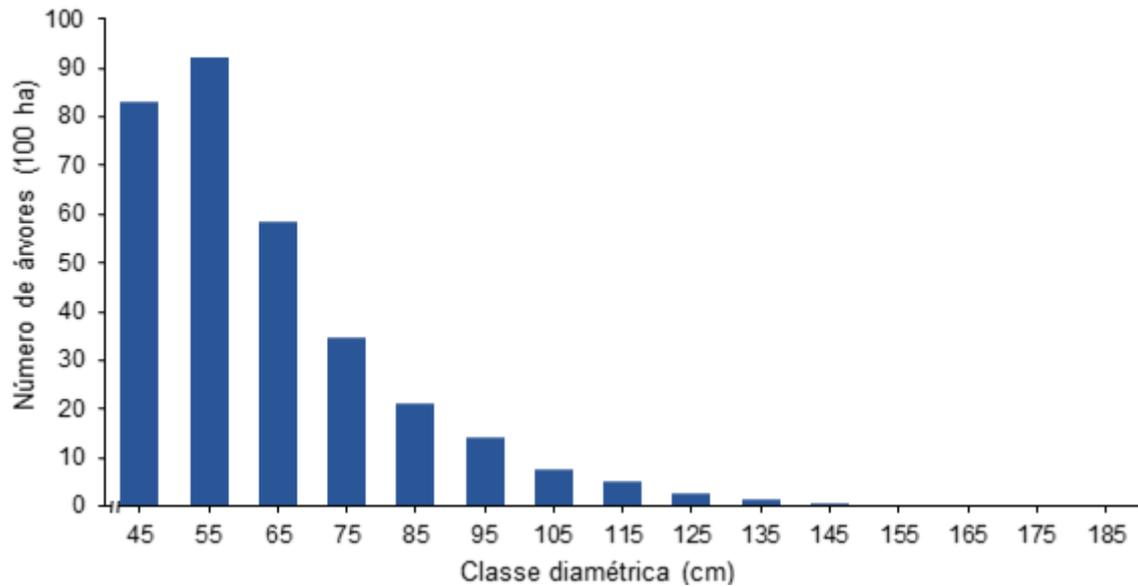


Figura 5. Estrutura diamétrica de *Trattinnickia* sp. na área de estudo, em Santa Carmem, MT.

máximo de 0,73 cm (94 anos). O incremento médio é semelhante ao de outras espécies na mesma região, como aquele observado para *Goupia glabra* (cupiúba) que apresentou IMA = 0,5 cm, variando de 0,34 cm a 0,82 cm (OLIVEIRA et al., 2015b). Entretanto, valores médios podem mascarar o potencial das espécies (BRAZ et al., 2015). Observa-se na Figura 6 que a espécie alcança o incremento de 0,8 cm ano<sup>-1</sup> na classe de 55 cm e sobe até 1,0 cm ano<sup>-1</sup> na classe de 75 cm. Possivelmente, essa resposta ocorre após a árvore atingir o dossel superior, apresentando incremento menor nas classes inferiores, devido à falta de luminosidade em sua copa (O'HARA, 2014).

Pode-se observar na Figura 6 que o padrão de incremento por classe diamétrica reflete o que ocorre em florestas naturais (ALDER, 1995). O incremento começa lento nas classes menores (provavelmente devido à baixa luminosidade no dossel inferior), à medida que atinge o dossel superior, aumenta até atingir um máximo (para a amescla esse máximo foi observado no centro de classe de DAP = 75 cm), reduzindo-se na sequência.

Estudos com séries de crescimento obtidas por dendrocronologia mostram que as espécies apresentam padrão de desenvolvimento diferenciado, podendo maximizar seu crescimento em diferentes

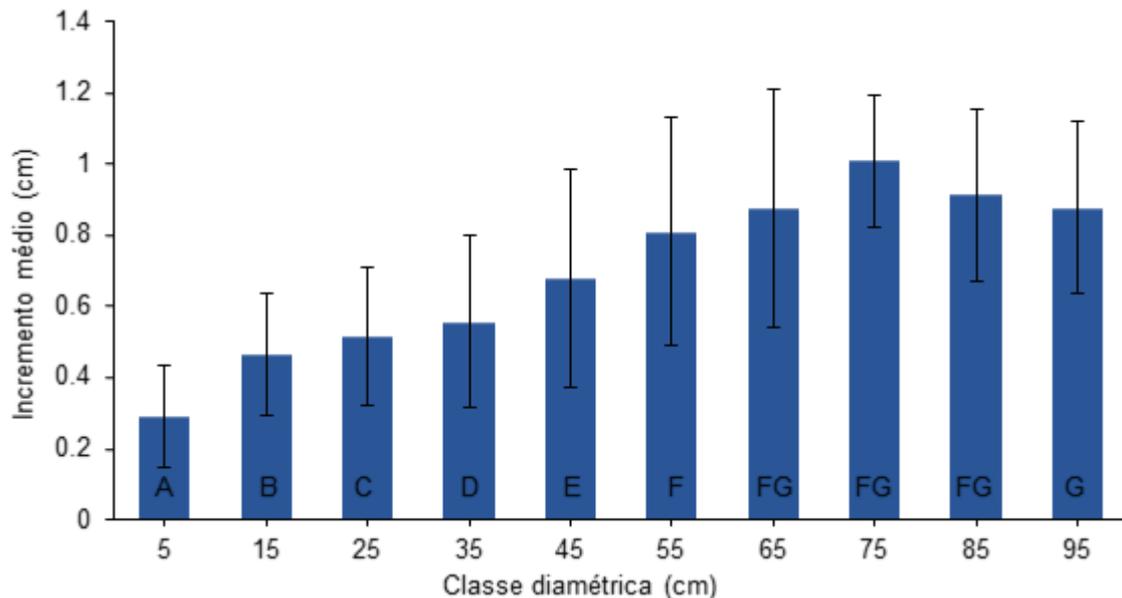


Figura 6. Incremento médio anual por classe diamétrica para *Trattinnickia* sp. e desvio padrão (barras), crescendo em Santa Carmem, MT. Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal Wallis.

diâmetros, dependendo do ciclo biológico das espécies (OLIVEIRA et al., 2015a). Oliveira e Braz (2006) mostraram que o incremento pode duplicar se houver luminosidade adequada. Portanto, comparativamente, esta espécie tem maior potencial de crescimento do que *G. glabra*, principalmente nas classes comerciais.

## Considerações finais

A espécie *Trattinnickia* sp. possui excelente incremento de crescimento após a classe de diâmetro (DAP) de 55 cm, atingindo tempo de passagem de intervalo para a classe seguinte (10 cm) de 10 anos. As classes abaixo do centro de classe de 55 cm merecem pesquisas sobre tratamentos silviculturais para potencializar as mesmas. A regeneração, estruturas e incremento diamétrico mostram o alto potencial de manejo para a espécie.

Uma vez que a análise foi feita em floresta primária, previamente à exploração, sugerem-se estudos também em área pós-exploração, onde provavelmente maiores incrementos serão observados nas classes diamétricas menores.

## Referências

- ALDER, D. **Growth modelling for mixed tropical forests**. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1995. 231 p. (Oxford Forestry Institute. Tropical forestry papers, 30).
- BRAZ, E. M.; ARCO-VERDE, M. F.; MATTOS, P. P. de; BASSO, R. O.; CANETTI, A. **Otimização do ciclo de corte na Floresta Amazônica sob o ponto de vista econômico**. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 402).
- BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; THAINES, F.; MADRON, L. D. de; GARRASTAZU, M. C.; CANETTI, A.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 83, p. 209-225, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.83.941.
- BRAZ, E. M.; SCHNEIDER, P. R.; MATTOS, P. P. de; THAINES, F.; SELLE, G. L.; OLIVEIRA, M. F. de; OLIVEIRA, L. C. Manejo da estrutura diamétrica remanescente de florestas tropicais. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 787-794, 2012. DOI: 10.5902/198050987559.
- BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. The use of tree rings in tropical forest management: projecting timber yields of four Bolivian tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 226, n. 1-3, p. 256-267, 2006. DOI: 10.1016/j.foreco.2006.01.038.
- BUONGIORNO, J.; GILLESS, J. K. **Forest management and economics**. New York: Macmillan, 1987. 285 p.
- BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. **Modeling forest trees and stands**. Dordrecht: Springer, 2012. 457 p.
- CUNHA, T. A.; FINGER, C. A.; HASENAUER, H. Tree basal area increment models for *Cedrela*, *Amburana*, *Copaifera* and *Swietenia* growing in the Amazon rain forests. **Forest Ecology and Management**, v. 365, n. 1-3, p. 174-183, 2016. DOI: 10.1016/j.foreco.2015.12.031.
- EFRON, B.; TIBISHIRANI, R. J. **An introduction to the bootstrap**. New York: John Wiley & Sons, 1993. 642 p.
- FONSECA JÚNIOR, S.; PIEDADE, M. T. F.; SCHONGART, J. Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapo´) and white-water (varzea) floodplain forests. **Trees**, v. 23, n. 1, p. 127-134, 2009. DOI: 10.1007/s00468-008-0261-4.
- IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br-IBGE-Cidades>>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- HOLMES, R. L. Computer: assisted quality control in tree-ring dating and measurement. **Tree Ring Bulletin**, v. 43, p. 69-78, 1983.
- MATO Grosso registra aumento no comércio de produtos florestais. **Cenário Agrícola**, 13 ago. 2012. Disponível em: <<http://www.cenariomt.com.br/2012/08/13/Mato-Grosso-registra-aumento-no-comercio-de-produtos-florestais/>>. Acesso em: 28 de dez. 2016.
- MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; DOMENE, V. D.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; GASSON, P.; PAREYN, F. G. C.; ALVAREZ, I. A.; BARACAT, A.; ARAÚJO, E. de L. Climate-tree growth relationships of *Mimosa tenuiflora* in seasonally dry tropical forest, Brazil. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 141-149, 2015. DOI: 10.1590/01047760201521011460.
- MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. de **A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais**. Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 218; Embrapa Pantanal. Documentos, 112).
- O'HARA, K. **Multiaged silviculture: managing for complex forest stand structures**. Oxford: Oxford University Press, 2014. 213 p.
- OLIVEIRA, M. F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; CANETTI, A.; BASSO, R. O.; ROSOT, N. C. **Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cambará no município de Santa Carmem, microrregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015a. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 364).
- OLIVEIRA, M. F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P. de; CANETTI, A.; BASSO, R. O.; ROSOT, N. C. **Padrão de crescimento e diâmetro ótimo de corte de cupiúba na microrregião de Sinop, MT**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015b. 5 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 369).
- OLIVEIRA, M. F. de. **Crítérios para o manejo sustentável de duas espécies madeireiras das florestas tropicais do Mato Grosso**. 2014. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- OLIVEIRA, M. V.; BRAZ, E. M. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Pedro Peixoto na Amazônia Ocidental. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 2, p. 177-182, 2006. DOI: 10.1590/S0044-59672006000200007.
- PICOLI, F. **Amazônia: o silêncio das árvores: uma abordagem sobre a indústria de transformação de madeiras**. Sinop: Fiorelo, 2004. 124 p.

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**, v. 6, n. 2, 2016. p. 24-31. DOI: 10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n2p24-31.

SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): a new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian varzea floodplains. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 1-2, p. 46-58, 2008. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.03.037.

SCHÖNGART, J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; JUNK, W. J.; WORBES, M. Wood growth patterns of *Macrobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) in Amazonian black-water

and white-water floodplain forests. **Oecologia**, n. 145, p. 454-461, 2005. DOI: 10.1007/s00442-005-0147.

SOUZA, D. R.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; YARED, J. A. G. Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental, **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, 2006. DOI: 10.1590/S0100-67622006000100010.

SOUZA, M. H. de; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras**. 2. ed. Brasília, DF: IBAMA, Laboratório de Produtos Florestais, 2002. 152 p.

VANCLAY, J. K. **Modeling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests** Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.

### Comunicado Técnico, 406

**Embrapa Florestas**  
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319  
CEP 83411-000 - Colombo, PR  
Fone: 41 3675-5600  
www.embrapa.br/florestas  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/



1ª edição  
Versão digital (2017)

### Comitê de Publicações

**Presidente:** Patrícia Póvoa de Mattos  
**Vice-Presidente:** José Elidney Pinto Júnior  
**Secretária-Executiva:** Neide Makiko Furukawa  
**Membros:** Álvaro Figueredo dos Santos, Gizelda Maia Rego, Guilherme Schnell e Schühli, Ivar Wendling, Luis Cláudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Marilice Cordeiro Garrastazu, Valderês Aparecida de Sousa

### Expediente

**Supervisão editorial:** José Elidney Pinto Júnior  
**Revisão de texto:** José Elidney Pinto Júnior  
**Normalização bibliográfica:** Francisca Rasche  
**Diagramação:** Neide Makiko Furukawa