

Foto: Helio Tonini



Índices de competição para três espécies madeireiras em Santa Carmem, MT

Patricia Povoá de Mattos¹
Helio Tonini²
Evaldo Muñoz Braz³
Aline Canetti⁴
Rafaella de Angeli Curto⁵

O manejo de florestas naturais tropicais apresentou avanços nas últimas décadas (FIGUEIREDO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2015; SILVA et al., 1995), apesar de ainda existirem lacunas no conhecimento que comprometem a sustentabilidade produtiva em longo prazo. Muitos tratamentos silviculturais são aplicados de forma generalizada, como a dedução da área basal (AZEVEDO et al., 2008). No entanto, sabe-se que as árvores em uma floresta natural crescem sob diferentes condições de competição, determinando ritmos de crescimento diferenciados (CANETTI et al., 2016; CURTO, 2015). Variáveis morfométricas como diâmetro a 1,30 m de altura (DAP), comprimento de copa, diâmetro de copa e altura de copa, que refletem as pressões de crescimento individuais, auxiliam na avaliação do espaço vital das árvores.

A competição é um fator de grande relevância para o manejo florestal, sendo talvez o principal fator

biológico (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008). Assim, muitos índices de competição foram propostos ao longo dos anos (TOMÉ; BURKHART, 1989), visando explicar a influência de tal fator no crescimento das árvores.

Moravie et al. (1999) identificaram que a capacidade de diferentes índices de prever o incremento em diâmetro está fortemente relacionada com a espécie avaliada e condições da floresta, sendo estes os principais critérios para sua seleção, tornando-se importante a identificação daquele que melhor se aplica a determinada espécie e local.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre a área da copa e o diâmetro do tronco e selecionar índices de competição para três espécies madeireiras: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (cumarú), *Hymenolobium excelsum* Ducke (angelim-pedra) e *Qualea* spp. (cambará). O estudo

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Engenharia Florestal, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

² Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Agrosilvipastoril, Sinop, MT

³ Engenheiro florestal, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

⁴ Engenheira florestal, doutoranda em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR

⁵ Engenheira florestal, doutora em Engenharia Florestal, docente da Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, MT

considerou um plano de manejo em área de transição entre a Floresta Ombrófila e a Floresta Estacional (IBGE, 1992), em Santa Carmem, MT, microrregião de Sinop. As árvores das três espécies foram identificadas em uma unidade de produção anual (UPA) com 100 ha ($12^{\circ}1'2,69''S$ e $54^{\circ}43'44,26''W$, em altitude média de 380 m), a partir dos dados de inventário a 100%, sendo selecionadas 69 árvores (Tabela 1).

De cada árvore mediu-se DAP, altura total (h), altura de inserção da copa (hic) e diâmetro da copa (Dc). As alturas foram medidas com hipsômetro eletrônico. Para Dc foram medidos oito raios com ângulos constantes de 45° , utilizando-se bússola, clinômetro e trena eletrônica. A partir dos dados coletados, foi calculado o comprimento da copa (L), definido como a diferença entre h e hic, e a área da copa, calculada a partir do raio médio da copa. Foi testada a correlação linear da área de copa com o DAP para as três espécies.

O número de árvores competidoras foi definido em função da posição da copa e a distância entre árvores, sendo consideradas competidoras todas aquelas que se encontravam na mesma posição sociológica ou superior em relação à árvore objeto do estudo. Para cada árvore competidora mediu-se o DAP e a distância entre fustes em relação à árvore objeto. Os índices de competição espaciais e não espaciais testados são apresentados na Tabela 2.

Cambará e cumaru apresentaram correlação linear significativa da área de copa em relação ao DAP (Figura 1). No entanto, angelim-pedra não apresentou correlação significativa, indicando não haver relação linear entre as duas variáveis, necessitando uma averiguação com aumento da amostragem, principalmente nas classes abaixo de 50 cm de diâmetro.

As correlações entre os índices de competição de cada árvore com o DAP, para cada espécie, estão apresentadas na Tabela 3. O índice BAL foi

excluído após as análises, pois a maioria das árvores estudadas não apresentavam competidoras maiores, resultando nesses casos em ausência total de competição.

As maiores correlações com o DAP foram observadas para o índice de competição de Daniels et al. para angelim-pedra e cumaru, Corona e Ferrara para cambará e para todas as espécies o índice de Tomé e Burkhardt (Figura 2).

A competição é maior para as árvores das classes de diâmetros menores (Figura 2). Porém, a interpretação de índices de competição em florestas naturais requer cuidados, pois, sendo elas multiâneas, há dificuldade em saber se o diâmetro menor é devido à competição ou à fase de vida (O'HARA, 2014).

Em uma floresta natural, os diferentes níveis de tolerância à sombra de espécies arbóreas possibilitam que, ao longo de seu estabelecimento, árvores de menores diâmetros permaneçam vivas, com crescimento reduzido, mesmo sob pouca luz (NYLAND, 2002). Embora a competição exercida pelo estrato superior seja a maior restrição ao desenvolvimento dos estratos inferiores em florestas multiâneas, a competição com outras árvores do mesmo estrato também pode reduzir o crescimento (O'HARA, 2014). O entendimento de como cada espécie arbórea responde a essas restrições deve ser aprofundado, visando direcionar os tratamentos silviculturais de liberação das árvores menores, garantindo a passagem entre classes que favoreça a condução do manejo florestal sustentável (BRAZ et al., 2015).

Neste estudo, diâmetros menores que 35 cm não foram contemplados. Recomenda-se assim a sua inclusão em trabalhos futuros, visando confirmar a tendência da pressão de competição. Isto facilitará a determinação de classes diamétricas que poderão ser beneficiadas pela implementação de desbastes ou outros tratamentos silviculturais.

Tabela 1. Número de árvores por classe diamétrica (cm) selecionadas para a comparação de índices de competição, em floresta natural amazônica, Santa Carmem, MT.

Espécie	Classe de diâmetro (cm)						Total de árvores amostradas
	30-39,9	40-49,9	50-59,9	60-69,9	70-79,9	> 80	
Angelim-pedra	0	4	5	4	1	3	17
Cambará	0	7	5	3	5	6	26
Cumarú	2	2	9	4	2	7	26

Tabela 2. Índices de competição espaciais e não espaciais, aplicados para três espécies madeiras em Santa Carmem, MT.

Índices espaciais	Equação
Hegyí (1974)	$\text{índice} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{d_i} \cdot \frac{1}{L_{ij}}$
Martin e Ek (1984) - Modificação do índice de Hegyí (1974) e de Daniels (1976)	$\text{índice} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{d_i} \cdot \frac{1}{(L_{ij} + 1)}$
Moore et al. (1973), baseado no método de Brown (1965) - Área potencialmente disponível.	$\text{índice} = \sum_{j=1}^n \frac{d_i^2}{d_i^2 + d_j^2} \cdot L_{ij}$
Rouvinen e Kuuluvainen (1997) - Modificação do índice de Hegyí	$\text{índice 1} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{d_i} \cdot \frac{1}{L_{ij}^2}$
	$\text{índice 2} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{d_j}{d_i} \right)^2 \cdot \frac{1}{L_{ij}}$
Índices não espaciais	Equação
Lorimer (1983)	$\text{índice} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{d_i}$
Corona e Ferrara (1989) - Modificação do índice de Lorimer (1983)	$\text{índice} = \frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{d_i^2}$
Glover e Hool (1979)	$\text{índice} = \frac{d_i^2}{D^2}$
Daniels et al. (1986) - Modificações do índice de Glover e Hool (1979)	$\text{índice} = \frac{d_i^2}{(\sum_{j=1}^n d_j)^2 / n}$
Stage (1973)	$\text{índice} = \frac{d_i}{q}$
BAL (Basal Area Larger), utilizado por Stage (1973)	$\text{índice} = \sum_{j=1}^n g$
Tomé e Burkhart (1989), considerando o diâmetro máximo	$\text{índice} = \frac{d_i}{d_{\max}}$

d_i e d_j = DAP da árvore objeto i e da competidora j (cm), respectivamente; n = número de árvores competidoras; L_{ij} = distância entre a árvore objeto e a competidora (m); \bar{D} = dap das árvores da unidade amostral (cm); h_i e h_j = altura total da árvore objeto i e da árvore competidora j (m), respectivamente; q = diâmetro quadrático (cm); g = área transversal (m²) das árvores competidoras com DAP maior do que o da árvore objeto.

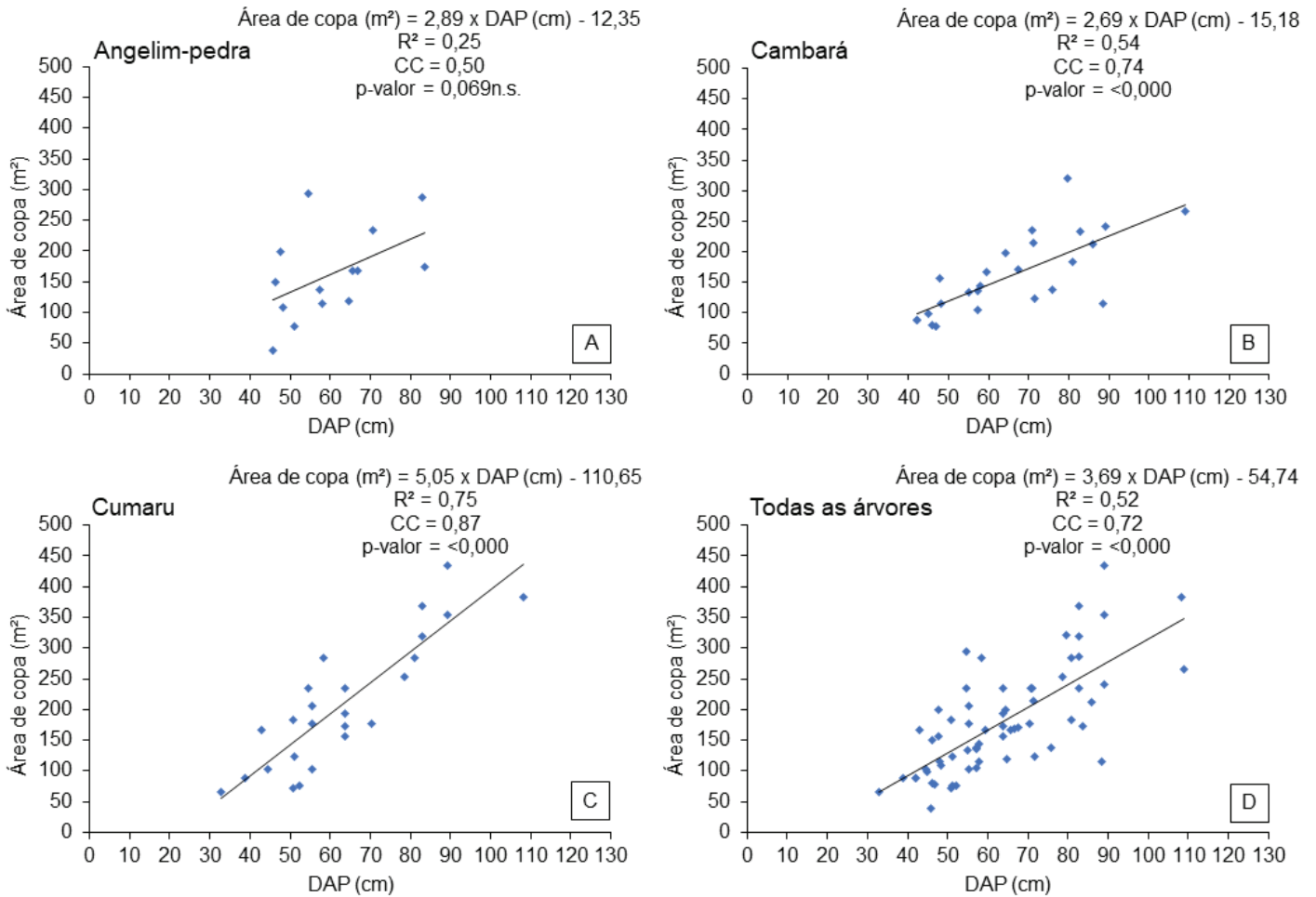


Figura 1. Relação área de copa x diâmetro a 1,30 m de altura (DAP) de árvores de A) angelim-pedra; B) cambará; C) cumaru e D) todas as árvores, em Santa Carmem, MT. R^2 = coeficiente de determinação, CC = coeficiente de correlação de Pearson; P-valor = probabilidade de significância; n.s. = não significativo para 95% de probabilidade.

Tabela 3. Correlação de Pearson entre o DAP e os índices de competição para angelim-pedra, cambará e cumaru, em Santa Carmem, MT.

	Angelim-pedra	Cambará	Cumaru	Todas
Lorimer	-0,5132	-0,6158*	-0,4398*	-0,5248*
Corona e Ferrara	-0,4884	-0,7885*	-0,4763*	-0,5443*
Hegyí	-0,2328	-0,3184	-0,1559	-0,2430
Martin e Ek	-0,3037	-0,4795	-0,3098	-0,3554*
Moore et al	-0,0271	-0,0957	0,2372	-0,0200
Rou. e Kuu. 1	-0,1712	-0,2838	-0,1250	-0,1757
Rou. e Kuu. 2	-0,2905	-0,3772	-0,2887	-0,3090
Glover e Hool	0,5198	0,5539*	0,5678*	0,4581*
Daniels et al.	0,6613*	0,7015*	0,5816*	0,5730*
Stage	0,4076	0,5407*	0,5551*	0,4438*
Tomé e Burkhart	0,6270*	0,7463*	0,5780*	0,6191*

*Significativo a 95% ($p < 0,05$).

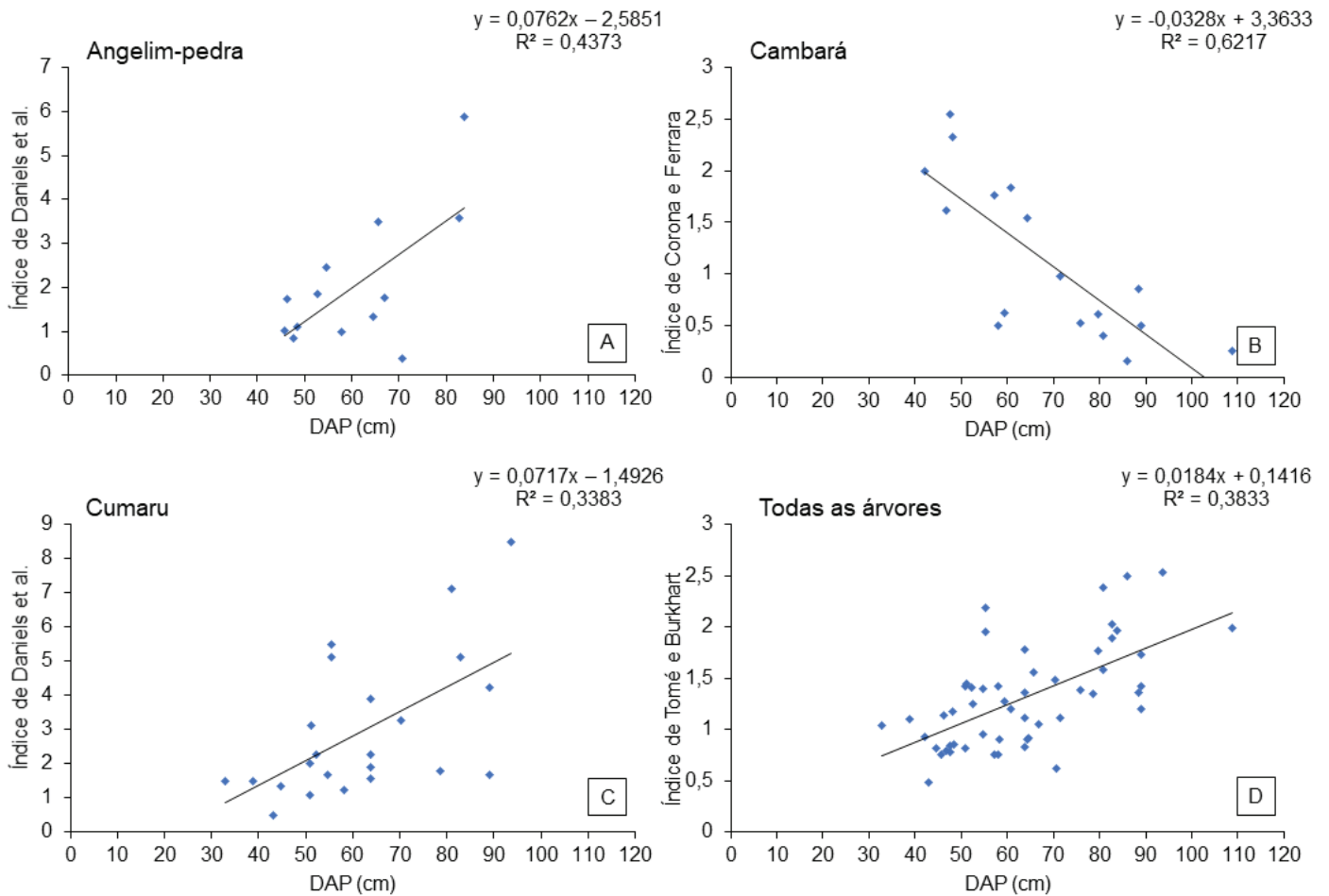


Figura 2. Relação índice de competição de maior correlação linear x diâmetro a 1,30 m de altura (DAP) de árvores de A) angelim-pedra, B) cambará, C) cumaru e D) todas as árvores, em Santa Carmen, MT.

Referências

- AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. Efeito de diferentes níveis de exploração e de tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente. *Floresta*, v. 38, n. 2, p. 277-293, 2008. DOI: 10.5380/ufv.v38i2.11622.
- BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; THAINES, F.; DURRIEU DE MADRON, L.; GARRASTAZU, M. C.; CANETTI, A.; D'OLIVEIRA, M. V. N. Criteria to be considered to achieve a sustainable second cycle in Amazon Forest. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 35, n. 83, p. 209, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.83.941.
- BROWN, G. S. *Point density in stems per acre*. Rotorua: Forest Research Institute, New Zealand Forest Service, 1965. 11 p. (New Zealand forest service notes, 38).
- CANETTI, A.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; RICKEN, P.; PELLICO NETTO, S. Retrospective analysis of competition in a forest remnant: a case study of *Podocarpus lambertii* in the Araucaria Forest. *Dendrochronologia*, v. 40, p. 43-49, 2016. DOI: 10.1016/j.dendro.2016.05.003.
- CORONA, P.; FERRARA, A. Individual competition indices for conifer plantations. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 27, p. 429-437, 1989. DOI: 10.1016/0167-8809(89)90103-5.
- CURTO, R. A. *Avaliação do crescimento e potencial de manejo em plantio superestocado de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.* 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- DANIELS, R. F.; BURKHART, H. E.; CLASON, T. R. A comparison of competition measures for predicting growth of loblolly pine trees. *Canadian Journal Forest Research*, v. 16, p. 1230-1237, 1986. DOI: 10.1139/x86-218.
- DANIELS, R. F. Simple competition indices and their correlation with annual loblolly pine tree growth. *Forest Science*, v. 22, n. 4, p. 454-456, 1976.
- FIGUEIREDO, E. O.; BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. (Ed.). *Manejo de precisão em florestas tropicais: modelo digital de exploração florestal*. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2009. 183 p.
- GLOVER, G. R.; HOOL, J. N. A basal area ratio predictor of loblolly pine plantation mortality. *Forest Science*, v. 25, n. 2, p. 275-282, 1979.
- HEGYI, F. A simulation model for managing jack-pine stands. In: FRIES, J. *Growth models for tree and stand simulation*. Stockholm Sweden: Royal College of Forestry, 1974. p. 74-90.
- IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Rio de Janeiro, 1992. 92 p.

LORIMER, C. G. Tests of age-independent competition indices for individual trees in natural hardwood stands. **Forest Ecology and Management**, v. 6, n. 4, p. 343-360, 1983. DOI: 10.1016/0378-1127(83)90042-7.

MARTIN, G. L.; EK, A. R. A comparison of competition measures and growth models for predicting plantation red pine diameter and height growth. **Forest Science**, v. 30, n. 3, p. 731-743, 1984.

MOORE, J. A.; BUDELSKY, C. A.; SCHLESINGER, R. C. A new index representing individual tree competitive status. **Canadian Journal Forest Research**, v. 3, n. 4, p. 495-500, 1973. DOI: 10.1139/x73-073.

MORAVIE, M. A.; DURAND, M.; HOULLIER, F. Ecological meaning and predictive ability of social status, vigour and competition indices in a tropical rain forest (India). **Forest Ecology and Management**, v. 117, p. 221-240, 1999. DOI: 10.1016/S0378-1127(98)00480-0.

NYLAND, R. D. **Silviculture: concepts and applications**. 2nd. ed. Boston: McGraw-Hill, 2002. 682 p. (McGraw-Hill series in forest resources).

O'HARA, K. **Multiaged silviculture: managing for complex forest stand structures**. Oxford: Oxford University Press, 2014. 213 p.

OLIVEIRA, M. V. N. d'.; FIGUEIREDO, E. O.; PAPA, D. de A. **Uso do Lidar como ferramenta para o manejo de precisão em florestas tropicais**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2015. 132 p.

ROUVINEN, S.; KUULUVAINEN, T. Structure and asymmetry of tree crowns in relation to local competition in a natural mature Scots pine forest. **Canadian Journal Forest Research**, v. 27, n. 6, p. 890-902, 1997. DOI: 10.1139/x97-012.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. 2. ed. Santa Maria, RS: UFSM, FACOS, 2008. 566 p.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. de; LOPES, J. do C. A.; ALMEIDA, B. F. de; COSTA, D. H. M.; OLIVEIRA, L. C. de; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, v. 71, n. 3, p. 267-274, 1995. DOI: 10.1016/0378-1127(94)06106-S.

STAGE, A. R. **Prognosis model for stand development**. Ogden: USDA Forest Service, 1973. (USDA Forest Service research paper INT, 137).

TOMÉ, M.; BURKHART, H. E. Distance-dependent competition measures for predicting growth of individual trees. **Forest Science**, v. 35, n. 3, p. 816-831, 1989.

Comunicado Técnico, 408

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