

Capítulo**Cr terios para o manejo de
plantios de arauc ria para a
produ o madeireira**

Rafaella de Angeli Curto

Evaldo Mu oz Braz

Patricia Pova de Mattos

Sylvio Pellico Netto

1 Introdução

Os plantios de *Araucaria angustifolia* atingiram seu auge com os incentivos fiscais na década de 1960, sendo a espécie mais plantada no Brasil, porém a maioria dos povoamentos implantados não apresentava o desenvolvimento esperado para a espécie (INOUE et al., 1979). Poucas áreas com plantio de *A. angustifolia* progrediram em virtude do mau planejamento e condução destes reflorestamentos (GUERRA et al., 2002), havendo drástica redução de implantação de novos reflorestamentos da espécie. Assim, plantios existentes hoje apresentam crescimento baixo e estagnado, por não terem sido submetidos a práticas de manejo adequadas.

Em um povoamento ou em condições naturais, as árvores podem responder de forma diferente às condições a que estão sendo submetidas (HUSCH et al., 1982). Por isso, a compreensão da dinâmica de crescimento de espécies arbóreas é de grande importância para o manejo florestal sustentável e para entender as interações entre a floresta e o ambiente (SPIECKER, 2002), apesar da heterogeneidade ambiental e diferentes históricos de manejo que podem resultar em situações distintas do desenvolvimento da floresta, criando maior complexidade para a geração de protocolos de manejo específicos.

Uma vez que nesses plantios nenhum acompanhamento do crescimento foi realizado, a dendrocronologia e análise de tronco se mostram muito úteis para recuperar as informações de variáveis dendrométricas, pela agilidade e precisão dos dados (AKACHUKU, 1984; HUSCH et al., 1982; SPIECKER, 2002). De acordo com Fritts (1976), a partir dos anéis de crescimento, pode-se fazer reconstruções de séries históricas, das condições ambientais, bem como predições de crescimento, para subsidiarem diversos estudos relacionados à conservação das florestas.

A visualização dos anéis de crescimento de *A. angustifolia* tem se confirmado possível (SEITZ; KANNINEN, 1989; MATTOS et al., 2007a, 2007b, 2010; OLIVEIRA et al., 2009, 2010), obtendo-se relações entre as variáveis de interesse e a idade da árvore, e informações essenciais para o manejo, como as taxas médias de incremento (CHATURVEDI; KHANNA, 1982), permitindo a realização de inferências sobre a produção futura da floresta (ENCINAS et al., 2005).

2 Competição entre árvores

A competição está diretamente relacionada com o espaço vital que cada árvore tem disponível para o seu desenvolvimento (ASSMANN, 1970; KRAMER; KOSLOWSKI, 1960), sendo o crescimento crescente até que o espaço seja completamente preenchido, e a partir desse ponto, devido à competição por recursos, as taxas de incremento diminuem (RADTKE et al., 2003). Dessa forma, compreender a dinâmica de competição relacionada ao crescimento das árvores é importante para a elaboração do manejo florestal (JOHNSON; SMITH, 2009).

A taxa de crescimento em diâmetro é determinada pelo espaço de crescimento de que a árvore dispõe. A competição talvez seja o fator biológico mais importante no manejo florestal, já que quase todas as intervenções estão relacionadas com a manipulação desse fator ou de condições que o afetam (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008), sendo que essa pode ser definida como a falta de espaço resultante de uma alta densidade intra-específica, influenciando diretamente o desenvolvimento do indivíduo (ASSMANN, 1970), o que reflete no espaço vital que cada árvore tem disponível para o seu desenvolvimento, sendo as características da copa um indicador da vitalidade das árvores (DURLO; DENARDI, 1998).

Quando um povoamento florestal encontra-se com alta densidade de indivíduos, tem-se como resultado a falta de espaço, influenciando diretamente o desenvolvimento dos indivíduos, o que caracteriza a competição (ASSMANN, 1970).

Assim, a densidade de um povoamento está estritamente ligada às condições de concorrência, ocupação da superfície e fechamento do dossel (PRODAN et al., 1997), sendo influenciada pelos fatores bióticos e abióticos do meio, uma vez que controlam a disponibilidade dos fatores produtivos como água, luz e nutrientes, e a qualidade do sítio, que influenciam a sobrevivência, o crescimento e vigor das plantas (SCOLFORO, 2007), sendo as dimensões das árvores resultado da combinação desses fatores.

Logo que se inicia a competição entre as árvores, devido ao fechamento do espaço aéreo pelas copas, inicia-se também a diferenciação de classes sociológicas, em que alguns indivíduos se sobressaem no dossel da floresta, enquanto outros são dominados por seus vizinhos (DURLO, 2001). Portanto, a

taxa de crescimento em diâmetro será determinada pelo espaço de crescimento de que a árvore dispõe, sendo o espaço de cada árvore limitado pelas árvores vizinhas, levando a competição ao nível das copas e das raízes (HILEY, 1959).

Assim, em povoamentos florestais de alta densidade, as árvores estão em constante competição pelo espaço aéreo e pelo espaço no solo e algumas superarão os indivíduos menos vigorosos, por meio de maior atividade fisiológica (KRAMER; KOSLOWSKI, 1960), sendo necessárias intervenções silviculturais para otimização do seu potencial de crescimento.

Dentre as intervenções, o desbaste tem a finalidade de interferir na competição entre as árvores, concentrando a produção, em termos de incremento, nas árvores que constituirão o corte final ou as que serão aproveitadas nos desbastes comerciais (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008). Assim, o impacto que o desbaste exerce no desenvolvimento da copa e na taxa de crescimento pode ter um efeito significativo sobre a formação de madeira (MALAN, 1995).

Para que a utilização do espaço pelas raízes e copas seja mais amplo, é necessário que as árvores estejam distribuídas uniformemente, tendo como resultado uma menor competição entre os indivíduos (SCHNEIDER; SCHNEIDER, 2008).

3 Relação diâmetro x copa

As características qualitativas da copa são um indicador da vitalidade das árvores, portanto a proporção atual de copa de uma árvore dá indicativos do grau de competição por ela sofrido no passado. Muitos modelos de competição usam variáveis relacionadas ao tamanho ou percentual de copa, buscando refletir essa condição de crescimento passado.

Variáveis como superfície, diâmetro e comprimento da copa estão diretamente relacionadas com o crescimento e a produção de uma árvore, sendo essas variáveis capazes de serem modificadas pela concorrência (NUTTO, 2001).

Em povoamentos fechados, as árvores dominadas, com o tempo, vão sendo sombreadas e podem ser cobertas pelas copas de suas vizinhas, e o aumento progressivo dessa competição provoca a redução no tamanho de sua copa e na eficiência dos ramos, o que resulta em declínios na produção de madeira, assim como em mudanças na distribuição do crescimento ao longo do fuste e na largura dos anéis de crescimento (LARSON, 1963).

Deste modo, para definir a quantidade de árvores que deve permanecer ao final de uma rotação, pressupõe-se conhecer o espaço necessário para que cada árvore desenvolva-se até o período de corte.

A relação entre o diâmetro de copa e o diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), denominada índice de saliência, expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP. Quando se prevê o manejo de um povoamento pelo diâmetro atingido por seus componentes, o número máximo de árvores por unidade de área, à medida que as árvores forem crescendo, pode ser calculado pelo índice de saliência, se existir uma correlação significativa entre este e o DAP (DURLO; DENARDI, 1998).

Pesquisas com *A. angustifolia* mostram que existe uma estreita correlação entre o DAP e o diâmetro da copa (NUTTO, 2001; OLIVEIRA, 1980). Curto (2015) observou em um povoamento de *A. angustifolia* com 65 anos de implantação, que as árvores apresentavam correlação positiva entre diâmetro de copa e diâmetro da árvore (0,87), apresentando ajuste de modelo para descrever essa relação, semelhante a outros autores (Tabela 1).

Tabela 1. Equações para estimar o diâmetro de copa (dc) de araucária em função do diâmetro a 1,30 m do solo (DAP).

Autor	Equação	r	Número de repetições
Volkart (1969)	$dc = 1,426 + 16,36DAP$	0,958	152
Longhi (1980)	$dc = 0,12755 + 0,23261DAP$	0,924	± 315
Seitz (1986)	$dc = -0,706 + 0,242DAP$	0,974	20
Curto (2015)	$dc = 0,5848 + 0,2010DAP$	0,869	296

dap em m, para a equação de Volkart (1986) e em cm para as demais equações; dc = diâmetro de copa (m); r = correlação de Pearson.

As equações de Volkart (1969), Longhi (1980) e Seitz (1986) foram construídas para árvores de florestas naturais, cujas copas se encontravam em espaço aberto, e a equação desenvolvida por Curto (2015) é resultante de um plantio superestocado sem tratamentos silviculturais. Nota-se que o desenvolvimento do diâmetro de copa em relação ao DAP segue padrão linear para *A. angustifolia*, de forma que as alterações ao longo do tempo, seguindo o referido padrão, refletem as condições passadas do povoamento.

Assim, é correto assumir que as variáveis relacionadas com o diâmetro de copa refletem o efeito da competição ocorrida no passado. As dimensões apresentadas

pelas copas no atual momento foram moldadas pela competição à qual a árvore foi submetida no passado, ocasionando mudanças nas dimensões das árvores e, portanto, variações na captação de recursos para o crescimento (CLARK; CLARK, 2001).

4 Espaço disponível para copa

Segundo Assmann (1970), cada árvore individual em um povoamento tem uma determinada quantidade de espaço para o crescimento e, quanto maior o número de árvores por área, menor é o espaço médio do solo disponível. Assim, a área média disponível é inversamente proporcional ao número de árvores, uma vez que, com o aumento do diâmetro das árvores, o tamanho médio das copas aumenta e, conseqüentemente, o espaço requerido para o crescimento também aumenta.

Desta forma, a relação entre o diâmetro de copa e o DAP pode ser utilizada como indicador de desbaste, podendo-se determinar o espaço a ser liberado ao redor de uma árvore selecionada, para que ela cresça sem concorrência já que esse índice expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP (DURLO; DENARDI, 1998).

Para determinar a densidade máxima de árvores, Curto (2015) utilizou a área média disponível para as árvores do povoamento de *A. angustifolia* com 65 anos após implantação, sendo calculada dividindo-se a área de 1 ha do povoamento pelo número de árvores, usando a projeção de copa, recomendado por Assmann (1970), conforme equação 1. Desta forma, foi possível obter o espaço requerido para o crescimento das árvores do povoamento de *A. angustifolia* e, conseqüentemente, determinar a densidade máxima de árvores por hectare, com base na projeção de copa.

$$PC = \pi \cdot dc^2 / 4 \rightarrow N = 10.000 / PC \quad (1)$$

Onde: dc = diâmetro de copa (m), obtido com a equação de Curto (2015), apresentada na Tabela 1; PC = área de projeção de copa (m²) do diâmetro médio do povoamento; N = número de árvores.ha⁻¹.

5 Capacidade de suporte de acordo com o diâmetro médio do povoamento

Em povoamentos não desbastados, as copas estão muitas vezes em contato direto umas com as outras, mas podem ainda ocorrer falhas no dossel. Se essa parte do espaço em um povoamento que não é preenchida por copas é considerada como sendo repartida entre as árvores vizinhas ao redor, pode-se estimar o espaço de crescimento disponível para cada árvore em particular. A projeção horizontal deste espaço é a área potencialmente ou nominalmente disponível, sendo definida pela projeção horizontal da copa, mais a parte adequada da área complementar entre as projeções no povoamento (ASSMANN, 1970).

Com a aplicação do método para a interpretação do espaço disponível para as árvores do povoamento, em função do DAP e do diâmetro de copa, Curto (2015), avaliando um povoamento com densidade inicial de 2.500 árvores, observou indicativo de que as árvores precisam de espaço individual maior a partir do DAP médio de 9 cm, para que o povoamento se desenvolva sem comprometimento de espaço disponível de desenvolvimento das copas, de modo a se observar uma população superior à recomendada, de acordo com o espaço vital requerido.

Considerando-se um plantio de árvores a partir de seu momento inicial, ao se efetuar o desbaste, o povoamento apresentará um aumento do diâmetro médio com o passar do tempo, sendo necessário recalcular a densidade ideal de árvores no povoamento, de acordo com a área de projeção de copa, resultando na necessidade de novas remoções que deverão ocorrer antes do corte final.

6 Crescimento em diâmetro

Curto (2015) observou incrementos diferenciados para três classes diamétricas de *A. angustifolia* proveniente de plantio com 65 anos (intervalos de 10 cm a 29,9 cm; 30 cm a 49,9 cm e de 50 cm a 70 cm). Por se tratar de um povoamento equiâneo, a separação em classes sociológicas enfatiza que as árvores apresentam potencial de crescimento diferenciado ou estão submetidas a condições de competição que não permitem a expressão do potencial de crescimento individual. Visando a predição do crescimento em diâmetro para diferentes idades, a autora ajustou modelos de crescimento por classe diamétrica, dentre os quais verificou melhor potencial para o modelo de Schumacher. (Tabela 2).

Tabela 2. Equações e parâmetros estatísticos obtidos para estimar o crescimento em diâmetro de araucária com o Modelo de Schumacher.

Classes sociológicas	Equações	R ² _{ajust}	S _{yx} (cm)	S _{yx} (%)
Suprimida 1 (10-30 cm)	$DAP = 34,335e^{-12,3756\left(\frac{1}{\text{anos}}\right)}$	0,89	2,23	10,68
Codominante 2 (30-50 cm)	$DAP = 49,3081e^{-15,8626\left(\frac{1}{\text{anos}}\right)}$	0,84	3,87	13,60
Dominante 3 (50-70 cm)	$DAP = 66,225e^{-14,3367\left(\frac{1}{\text{anos}}\right)}$	0,81	5,45	13,41

Com os dados de crescimento estimados pela equação de Schumacher (CURTO, 2015), foram ajustadas curvas de crescimento para cada uma das classes sociológicas avaliadas (Figura 1). O crescimento diamétrico entre as classes mostrou-se bastante distinto, sendo confirmado pelo teste de Graybill (1976).

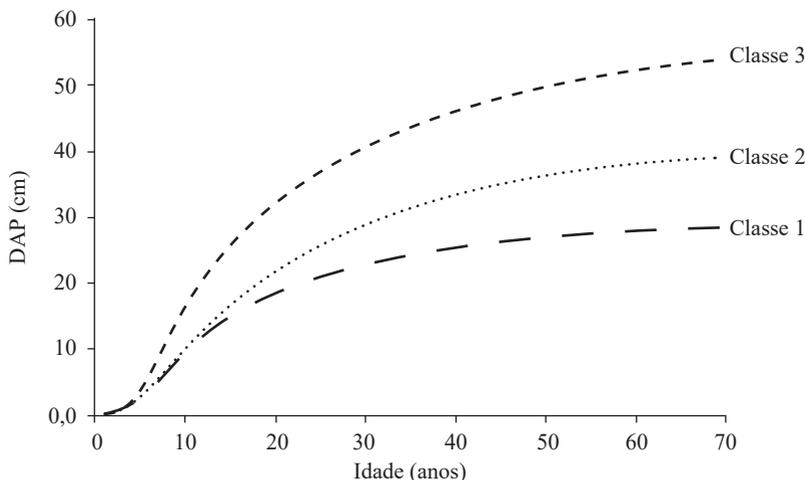


Figura 1. Curvas de crescimento em diâmetro estimadas pela equação de Schumacher, nas classes de diâmetro atual: classe 1 (10-30 cm) = suprimida, classe 2 (30-50 cm) = codominante, classe 3 (50-70 cm) = dominante.

Nota-se que, a partir dos 5 anos, as árvores da classe 3 já se destacavam em termos de crescimento (Figura 1). Aos 10 anos as árvores das classes 2 e 1 também começaram a se diferenciar. Assim, a partir dessa idade, já poderia haver identificação das árvores em desvantagem, em termos de competição, sendo essas selecionadas para um possível desbaste.

7 Tempo de passagem

Visando-se definir quanto tempo uma árvore demanda para atingir uma determinada dimensão diamétrica, ou seja, definir o ciclo de corte de uma floresta natural (SCOLFORO et al., 1996), foi realizado o cálculo do tempo de passagem entre classes diamétricas, por meio da divisão do intervalo de classe (5 cm) pelo incremento periódico anual na classe diamétrica (cm ano^{-1}) de *A. angustifolia* (CURTO, 2015).

Para definir o tempo de passagem, Curto (2015) considerou as árvores da classe de diâmetro atual 3 (50-70 cm), uma vez que o potencial da espécie na área em estudo foi comprovado por árvores que atingiram as referidas dimensões, mesmo que em condições de alta competição, sendo considerada a equação de crescimento de Schumacher ajustada apenas para a referida classe de diâmetro, a fim de mostrar o potencial da espécie em condições de plantio (Figura 2).

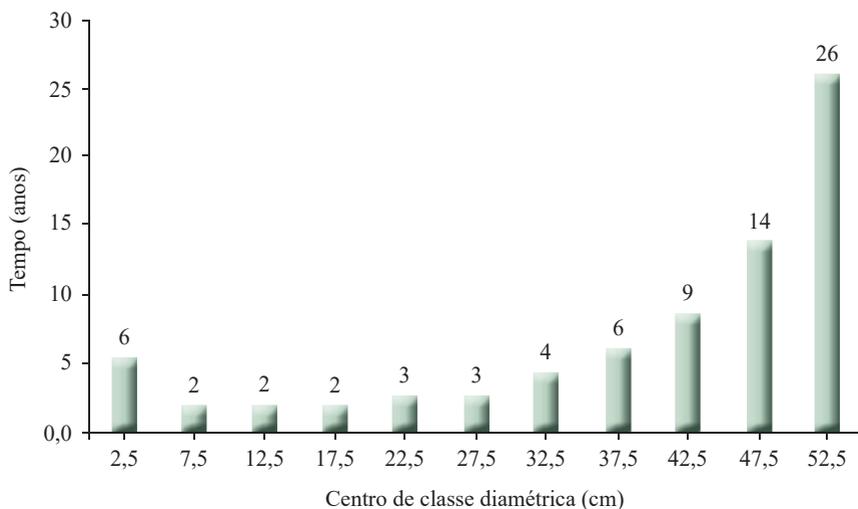


Figura 2. Tempo de passagem entre classes diamétricas para araucária.

Curto (2015) em sua análise observou que o tempo de passagem entre classes tende a aumentar à medida que se aumenta a classe de diâmetro, exceto para a primeira classe diamétrica (centro de 2,5 cm). Possivelmente, a tendência em aumentar o tempo de passagem é devida à alta competição exercida ao longo do tempo, uma vez que não houve manejo e liberação de espaço para a recuperação do crescimento.

8 Crescimento em volume

Para determinar o crescimento anual em volume para diferentes classes de diâmetro definidas por Curto (2015), para o povoamento de *A. angustifolia* anteriormente apresentado, foram utilizadas as informações geradas na análise completa de tronco. Assim como para o crescimento diamétrico, o modelo de Schumacher, dentre seis modelos testados, apresentou o melhor resultado para estimar o crescimento volumétrico para todas as classes de diâmetro avaliadas. Os dados resultantes do ajuste encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Equações e parâmetros e estatísticas obtidos para estimar o crescimento em volume de árvore individual de araucária com o Modelo de Schumacher.

Classes sociológicas	Equações	R ² _{ajust}	S _{yx} (m ³)	S _{yx} (%)
Suprimida 1 (10-30 cm)	volume = 1,7234e ^{-57,1841($\frac{1}{\text{anos}}$)}	0,91	0,07	25,33
Codominante 2 (30-50 cm)	volume = 4,9742e ^{-68,8565($\frac{1}{\text{anos}}$)}	0,82	0,26	38,93
Dominante 3 (50-70 cm)	volume = 10,7253e ^{-67,1427($\frac{1}{\text{anos}}$)}	0,86	0,50	33,87

Curto (2015) ressalta que, em um povoamento com 65 anos, aplicando-se as equações de volume selecionadas, nota-se em média um volume individual de 3,82 m³, 1,72 m³, 0,72 m³, para as classes 3, 2 e 1, respectivamente. Era esperado que, se o manejo tivesse sido conduzido para a obtenção do potencial de crescimento máximo das árvores, o crescimento volumétrico fosse próximo ao observado para a classe 3.

Em simulação, utilizando-se as equações apresentadas por Curto (2015) para o cálculo do número de árvores ideal por área, considerando-se as árvores com maior potencial de crescimento e também o espaço vital das árvores, foi estimado o incremento em volume, de acordo com a idade do povoamento (Tabela 4). Observa-se pelas seis rotações apresentadas na simulação, que o ponto ótimo de corte é atingido aos 40 anos, para diâmetros médios de 46 cm (desconsiderando o volume residual de desbaste). A partir desse ponto o incremento médio anual em volume passa a decrescer.

Assim, destaca-se a importância em se monitorar e identificar os momentos ideais de desbaste e o potencial que pode atingir a espécie *A. angustifolia*, de acordo com o sítio e o momento ótimo de corte, quando adequadamente manejada.

Tabela 4. Incremento volumétrico de madeira por hectare para plantios de araucária, de acordo com a idade e o espaço vital.

Rotação (anos)	Volume (m ³ árvore ⁻¹)	DAP (cm)	Número árvores	Volume total (m ³ ha ⁻¹)	Incremento médio anual (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
20	0,373615	32	259	96,76627	4,838314
30	1,143982	41	163	186,4691	6,215637
40	2,001782	46	131	262,2335	6,555837
50	2,80037	50	113	316,4418	6,328835
60	3,502792	52	104	364,2904	6,071507
70	4,11	53	100	411	5,871429

DAP = diâmetro a 1,30 m do solo.

Referências

- AKACHUKU, A. E. The effects of some internal and external factors on growth rate of *Lovoa trichilioides* deduced from its wood anatomy. **IAWA**, v. 5, n. 1, p. 75-80, 1984. DOI: 10.1163/22941932-90000863.
- ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxford: Pergamon Press, 1970. 506 p.
- CHATURVEDI, A. N.; KHANNA, L. S. **Forest mensuration**. Dehra Dun: International Book Distributors, 1982. 406 p.
- CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Getting to the canopy: tree height growth in a neotropical rain forest. **Ecology**, v. 82, n. 5, p. 1460-1472, 2001. DOI: 10.1890/0012-9658(2001)082[1460:GTTC TH]2.0.CO;2.
- CURTO, R. A. **Avaliação do crescimento e potencial de manejo em plantio superestocado de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. 2015. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- DURLO, M. A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 55-66, 1998.
- DURLO, M. A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana* (Well.) Mart. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 141-149, 2001. DOI: 10.5902/19805098501.

- ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 43 p. (Comunicações técnicas florestais, v. 7, n. 1).
- FRITTS, H. C. **Tree rings and climate**. London: Academic Press, 1976. 567 p.
- GRAYBILL, F. A. **Theory and application of the linear model**. Belmont: Duxbury Press, 1976. 704 p.
- GUERRA, M. P.; SILVEIRA, V.; REIS, M. S.; SCHNEIDER, L. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*). In: SIMÕES, L. L.; LINO, C. F. **Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais**. São Paulo: SENAC, 2002. p. 85-102.
- HILEY, W. E. **Conifers: South African methods of cultivation**. London: Faber and Faber, 1959. 123 p.
- HUSCH, B.; MILLER, I. C.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: John Wiley, 1982. 402 p.
- INOUE, M. T.; GALVÃO, F.; TORRES, D. V. Estudo ecofisiológico sobre *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.: fotossíntese em dependência à luz no estágio juvenil. **Floresta**, v. 10, n. 1, p. 5-9, 1979. DOI: 10.5380/rf.v10i1.6239.
- JOHNSON, J. E.; SMITH, D. W. **Principles of regeneration silviculture in Virginia**. [Blacksburg]: Virginia Cooperative Extension, 2009. 20 p.
- KRAMER, P. J.; KOSLOWSKI T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745 p.
- LARSON, P. R. Evaluating the environment for studies of the inheritance of wood properties. In: WORLD CONSULTATION ON FOREST AND TREE IMPROVEMENT, 1., 1963, Stockholm. **Proceedings...** Rome: FAO, 1963. p. 1-6.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MALAN, F. S. Eucalyptus improvement for lumber production. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF; IPT; IUFRO; LCF/ESALQ/USP, 1995. p. 1-19.
- MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; BERNDT, E. J.; OLIVEIRA, Y. M. M. **Equação de volume para araucárias centenárias da Reserva Florestal Embrapa/Epagri**. Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 4 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 256).

MATTOS, P. P.; SANTOS, A. T.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, M. A. D. Dendrocronologia de espécies da Floresta Ombrófila Mista do município de Candói, PR. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 54, p. 153-156, 2007a.

MATTOS, P. P.; SANTOS, A. T.; RIVERA, H.; OLIVEIRA, Y. M. M.; ROSOT, M. A. D.; GARRASTAZU, M. C. Crescimento de *Araucaria angustifolia* na Reserva Florestal Embrapa/ Epagri, Caçador, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 55, p. 107-114, 2007b.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 9-25, 2001. DOI: 10.5902/198050981651.

OLIVEIRA, J. M.; ROIG, F. A.; PILLAR, V. D. Climatic signals in tree-rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands. **Austral Ecology**, v. 35, p. 134-147, 2010. DOI: 10.1111/j.1442-9993.2009.02018.x.

OLIVEIRA, J. M.; SANTAROSA, E.; PILLAR, V. D.; ROIG, F. A. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. **Trees**, v. 23, p. 107-115, 2009. DOI: 10.1007/s00468-008-0259-y.

OLIVEIRA, Y. M. M. **Correlações entre parâmetros dendrométricos em *Araucaria angustifolia*, utilizando fotografias aéreas**. 1980. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensura florestal**. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1997. 561 p.

RADTKE, P. J.; WESTFALL, J. A.; BURKHART, H. E. Conditioning a distance dependent competition index to indicate the onset of inter-tree competition. **Forest Ecology and Management**, v. 175, p. 17-30, 2003. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00118-4.

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

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo florestal: florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA, FAEPE, 2007. 690 p.

SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA FILHO, A. T. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. **Cerne**, v. 2, n. 1, p. 112-137, 1996.

SEITZ, R. A.; KANNINEN, M. Tree ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: preliminary results. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 2, p. 170-174, 1989. DOI: 10.1163/22941932-90000485.

SEITZ, R. Crown development of *Araucaria angustifolia* in its natural environment during sixty years. In: CROWN AND CANOPY STRUCTURE IN RELATION TO PRODUCTIVITY, 1986, Ibaraki. **Proceedings...** Ibaraki: Forestry and Forest, Products Research Institute, 1986. p. 129-146.

SPIECKER, H. Tree rings and forest management in Europe. **Dendrochronologia**, v. 20, n. 1-2, p. 191-202, 2002.

VOLKART, C. M. Determinacion de la relacion dimetro copa: diametro tronco en *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii* en la Provincia de Misiones. In: CONGRESO FORESTAL ARGENTINO, 1., 1969, Buenos Aires. **Actas...** Buenos Aires: Servicio Nacional Forestal. 1969.

