



<http://dx.doi.org/10.12702/VIII.SimposFloresta.2014.250-607-1>

## Relação entre o diâmetro de copa e o diâmetro à altura do peito de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Lages, SC.

Emanuel A. Costa<sup>1</sup>, César A. G. Finger<sup>1</sup>, Gabriel P. Marangon<sup>1</sup>, Rafael Cubas<sup>1</sup>, Régis V. Longhi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (emanuelarnonicost@hotmail.com; finger@smail.ufsm.br; gabrimarangon@yahoo.com.br; florestal.rafael@gmail.com; rvlonghi@hotmail.com)

**Resumo:** O objetivo do presente estudo foi avaliar e selecionar um modelo matemático para descrever a relação entre o diâmetro de copa em função do diâmetro à altura do peito em *Araucaria angustifolia*. Foram amostradas 294 árvores em uma floresta natural no município de Lages, SC. As variáveis medidas foram o diâmetro 1,30 m do solo e oito raios de copa seguindo as direções dos pontos cardeais. O diâmetro de copa foi determinado dobrando o valor do raio médio da copa. Três modelos foram ajustados e avaliados quanto às estatísticas de ajuste, precisão e análise gráfica dos resíduos. O diâmetro de copa em função do DAP expresso pelo modelo linear simples alcançou melhor ajuste com coeficiente de determinação de 0,839 e maior precisão com erro padrão da estimativa em porcentagem de 15,6%.

**Palavras-chave:** análise de regressão; Pinheiro-do-Paraná; superfície horizontal da copa.

### 1. Introdução

Com a medição de raios de copa na árvore é possível calcular um diâmetro de copa médio e conseqüentemente definir a área de projeção horizontal da copa (APHC) sobre o solo. Devido sua determinação consumir muito tempo, a variável independente comumente usada nos modelos matemáticos para ajustar esta relação é o diâmetro à 1,30 m do solo (DAP). Estudos sobre a relação entre o diâmetro de copa em função do DAP mostram que existe uma alta correlação entre essas variáveis (FOLI et al., 2003; LOCKHART; WEIH; SMITH, 2005).

Apesar da importância, o diâmetro de copa e conseqüentemente a obtenção da APHC não são habitualmente quantificados em inventários florestais no Brasil, mas de enorme aplicação no amparo ao monitoramento das florestas (MCINTOSH; GRAY; GARMAN, 2012), além de informar a zona de influência das copas (sobreposição) e o grau de concorrência da árvore (GILL et al., 2000; GETZIN et al., 2008).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar e selecionar um modelo matemático para descrever a relação entre o diâmetro de copa em função diâmetro à altura do peito de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze.

## 2. Material e Métodos

A floresta natural amostrada localiza-se em uma propriedade particular com 84 hectares, no município de Lages, SC (27°48'S e 50°19'O). O clima da região é mesotérmico úmido (1360 a 1600 mm) sem estação seca definida (Cfb) com temperatura média anual entre 13,8 a 15,8°C e umidade relativa de 80% (EPAGRI, 2002). Os solos predominantes na região são nitossolos háplicos e cambissolos húmicos (EMBRAPA, 1999).

Um total de 294 árvores distribuídas nas classes de diâmetro previamente estabelecidas por Hess et al. (2010) foram selecionadas intencionalmente no interior da floresta natural. Em cada árvore foi medido o diâmetro à altura do peito (DAP) e oito raios de projeção de copa ( $r_{\text{copa}}$ ) na direção dos pontos cardeais: norte (N), nordeste (NO), leste (L), sudeste (SE), sul (S), sudoeste (SO), oeste (O) e noroeste (NO).

O diâmetro a 1,30 m do solo (DAP) foi medido com fita diamétrica e os oito raios de copa a partir do eixo central da árvore ao nível do DAP com o hipsômetro Vertex IV. O diâmetro de copa (dc) foi determinado dobrando o valor do raio médio da copa (média aritmética do  $r_{\text{copa}}$ ).

Para descrever a relação entre o diâmetro de copa em função do DAP foram testados três modelos de regressão: 1)  $dc = b_0 + b_1 \cdot \text{DAP} + \varepsilon$ ; 2)  $dc = b_0 + b_1 \cdot \text{DAP}^2 + \varepsilon$ ; 3)  $dc = b_0 + b_1 \cdot \ln(\text{DAP}) + \varepsilon$ . Em que: dc = diâmetro de copa, em m; DAP = diâmetro à altura do peito, em cm;  $b_0$ ,  $b_1$  = coeficientes de regressão estimados; ln = logaritmo natural;  $\varepsilon$  = erro residual.

As análises foram processadas no Sistema de Análise Estatística - SAS V. 9.1 (SAS Institute Inc., 2004). Na seleção dos modelos foram considerados o

coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%). A análise gráfica dos resíduos em função dos valores estimados foi usado para verificar a performance da equação selecionada.

### 3. Resultados e Discussão

O resumo estatístico das variáveis DAP e diâmetro de copa para as 294 árvores medidas de araucária encontram-se na Tabela 1. Observa-se que as árvores selecionadas abrangem uma larga amplitude de distribuição diamétrica entre 9,9 à 85,8 cm.

TABELA 1 – Resumo estatístico das variáveis DAP e diâmetro de copa para araucária em Lages, SC.

Variável	Mínimo	Média	Mediana	Máximo	CV%
DAP	9,9	42,1	42,8	85,8	38,5
dc	1,1	9,8	9,4	22,3	38,7

Em que: DAP = diâmetro à altura do peito, em cm; dc = diâmetro de copa, em m; CV% = coeficiente de variação.

O elevado valor do coeficiente de variação (CV%=38,7) para a variável diâmetro de copa é consequência da seleção das árvores com diferentes tamanhos, dimensões e níveis de competição na floresta natural.

As estatísticas de ajuste e precisão das três equações avaliadas da relação diâmetro de copa em função do DAP são apresentados na Tabela 2. Verificou-se que o modelo 1 alcançou o maior valor ( $R^2=0,839$ ) e menor de (Syx%=15,6%), sendo selecionado para descrever esta relação em araucária.

TABELA 2 – Equações ajustadas e suas estatísticas de ajuste e precisão para araucária em Lages, SC.

Modelos	Equação	$R^2$	Syx%
1	$dc=0,7624+0,2138.DAP$	0,839	15,6
2	$dc=5,0407+0,0023.DAP^2$	0,804	17,2
3	$dc=-18,2275+7,6587.In(DAP)$	0,779	18,2

Em que: dc = diâmetro de copa, em m; DAP = diâmetro à altura do peito, em cm;  $R^2$  = coeficiente de determinação; Syx% = erro padrão da estimativa em porcentagem.

A análise gráfica dos resíduos do modelo selecionado (Equação 1), apresentou distribuição homogênea sem a tendência sistemática de superestimava e subestimativas de valores (Figura 1), com grande parte dos erros entre  $\pm 3$  m, podendo chegar até  $\pm 6$  m para a estimativa do diâmetro de copa.

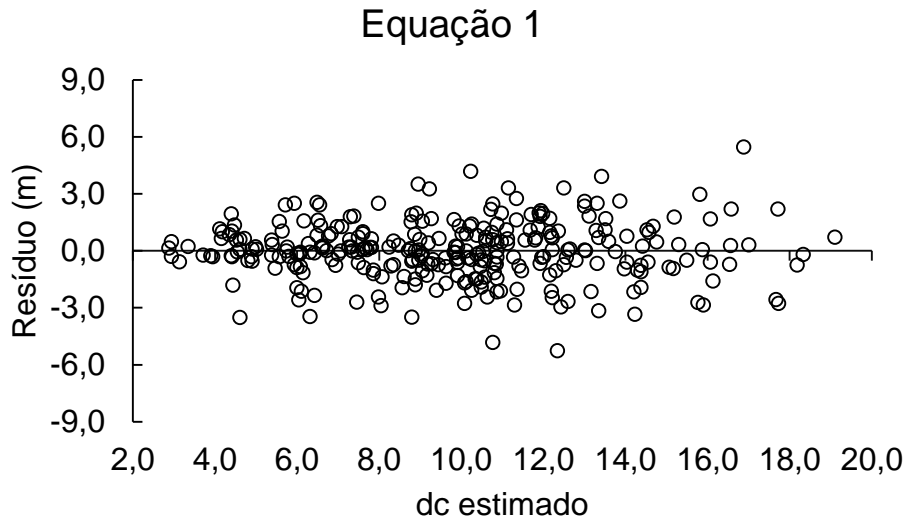


FIGURA 1 – Distribuição dos resíduos do modelo 1 referente ao linear simples em função do dc estimado para araucária em Lages, SC.

Os estudos publicados que descreveram a relação do diâmetro de copa em função do DAP para araucária referiram tendência linear ou levemente curvilínea entre essas variáveis (LONGHI, 1980; SEITZ, 1986; WACHTEL, 1990; NASCIMENTO et al., 2010). A tendência linear simples pode se tornar quadrática com o aumento do porte das árvores (DAP > 90 cm, aproximadamente), conforme observado em Nutto (2001), indicando que, a partir dessa dimensão, as árvores continuam crescendo em DAP, mas tendem a estabilizar o seu crescimento em diâmetro de copa.

#### 4. Conclusão

Mesmo com a grande variabilidade encontrada na forma e dimensão das copas das araucárias decorrente do processo de crescimento e de competição na floresta natural, o diâmetro de copa em função DAP pode ser estimado com precisão por modelos de regressão.

#### 5. Referências

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA - EPAGRI. **Dados e informações biofísicas da unidade de planejamento regional Planalto Sul Catarinense – UPR 3**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. 70p.

FOLI, E.G. et al. Modelling growing space requirements for some tropical forest tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 173, n.1-3, p. 79 - 88, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00815-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00815-5)>.

GETZIN, S. et al. Scale-dependent competition at the stand level assessed from crown areas. **Forest Ecology and Management**, v. 255, N.7, p. 2478 - 2485, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.007>>.

GILL, S.J. et al. Modeling conifer tree crown radius and estimating canopy cover. **Forest Ecology and Management**, v. 126, n.3, p. 405 - 416, 2000. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00113-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00113-9)>.

HESS, A.F. et al. Proposta de manejo de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze utilizando o quociente de Liocourt e análise de incremento, em propriedade rural no Município de Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v.30, n.64, p.337-345, 2010. <<http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.337>>.

LOCKHART, B.R.; WEIH, R.C.; SMITH, J.K.M. Crown radius and diameter at breast height relationships for six bottomland hardwood species. **Journal of the Arkansas Academy of Science**, v. 59, p. 110 - 115, 2005. Disponível em: <[http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja\\_lockhart009.pdf](http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_lockhart009.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2014.

LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. 1980. 198F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.

MCINTOSH, A.C.S.; GRAY, A.N.; GARMAN, S.L. Estimating canopy cover from standard Forest Inventory Measurements in Western Oregon. **Forest Science**, v. 58, n.2, p. 154 - 167, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5849/forsci.09-127>>.

NASCIMENTO, R.G.M. et al. Relações dendrométricas de *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, v. 30, n. 64, p. 369 - 374, 2010. <<http://dx.doi.org/10.4336/2010.pfb.30.64.369>>.

NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 9 - 25, 2001. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/1651/937>>. Acesso em: 21 jul. 2014.

SAS Institute. **The SAS System for Windows**. Cary: SAS Institute, 2004.

SEITZ, R.A. Erste Hinweise für die waldbauliche Behandlung von Araukarienwäldern. **Annales des Sciences Forestières**, v.43, n.3, p.327 - 338, 1986. Disponível em: <[http://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/1986/03/AFS\\_0003-4312\\_1986\\_43\\_3\\_ART0003.pdf](http://www.afs-journal.org/articles/forest/pdf/1986/03/AFS_0003-4312_1986_43_3_ART0003.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2014.

WACHTEL, G. **Untersuchungen zu Struktur und Dynamik eines Araukarien-Naturwaldes in Südbrasilien**. 1990. 180p. Dissertation (Doktorwürde der Forstwissenschaftlichen) - Universität Freiburg, 1990.