

## RELAÇÕES DENDROMÉTRICAS EM ÁRVORES DE *Parkia gigantocarpa*

---

Carlos Roberto Sanquetta<sup>1</sup>, Dirceu Lúcio Carneiro de Miranda<sup>2</sup>, Camila Mayer Massaroth Staub<sup>3</sup>, Mateus Niroh Inoue Sanquetta<sup>4</sup>, Ana Paula Dalla Corte<sup>1</sup>

1. Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná ([carlos\\_sanquetta@hotmail.com](mailto:carlos_sanquetta@hotmail.com)), Curitiba – Paraná, Brasil
2. Professor Mestre da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop-MT
3. Mestrando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná
4. Graduando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

---

### RESUMO

Este trabalho avaliou as relações dendrométricas em árvores de *Parkia gigantocarpa* Ducke, com 14 anos de idade. O material de estudo foi proveniente de 26 indivíduos selecionados no povoamento. Foram analisadas as estatísticas descritivas e as correlações dos diâmetros, alturas, volumes, percentuais de casca e fatores de forma dos indivíduos amostrados. Foram comparadas as estimativas volumétricas geradas a partir de equações de regressão e da aplicação do fator de forma médio com os volumes reais com casca. Os diâmetros com e sem casca se correlacionaram fortemente com os volumes totais e comerciais, com e sem casca. A relação hipsométrica foi fraca, decorrente da baixa correlação entre as variáveis alturas total e comercial com o diâmetro à altura do peito. Os percentuais médios de casca foram de 29,32 e 33,06%, respectivamente para o volume total e comercial, com baixa variação entre indivíduos. O fator de forma artificial médio foi de 0,41, também com baixa variação entre indivíduos. A estimativa de volumes totais com casca a partir do fator de forma médio resultou em um erro médio de 3,31%. Os erros foram de 2,81 e 3,49% para as estimativas do volume com as equações ajustadas de Spurr e Husch, respectivamente. Não houve diferença estatística significativa entre as estimativas pelas equações de regressão, com uso de fator de forma médio e os valores observados do volume total com casca.

**PALAVRAS-CHAVE:** correlação, equações, fava-barriguda, regressão, volumetria

### DENDROMETRIC RELATIONS IN TREES *Parkia gigantocarpa*

#### ABSTRACT

This study evaluates dimensional relationships in trees of *Parkia gigantocarpa* Ducke planted in pure stands with 14 years of age. Data came from 26 selected individual trees that were felled and measured to assess the relationship among several biometrical variables. Descriptive statistics and correlations analyses were carried out for diameters, heights, volumes, percentages of bark and form factors of the sampled individuals. Volume estimates generated from regression equations and application of the mean form factor were compared to the actual tree volumes. Inbark

and outbark diameters showed strong correlation with total and commercial volume (with and without bark). The hypsometric relation is weak, which results from the low correlation between the total and commercial heights with the diameter at breast height. Mean bark percentages were 29.32 and 33.06%, respectively for the total and commercial volume, with low variation among individuals. The mean form factor was 0.41, also with low variation among individuals. The estimated total volume with bark applying the mean form factor resulted in an average error of 3.31%. The errors were 2.81 and 3.49 % for volume estimates applying the adjusted Spurr and Husch equations, respectively. There was no statistically significant difference between the estimates by using the regression equations and the mean form factor, and the observed values of in bark total volume.

**KEYWORDS:** correlation, equations, fava-barriguda, regression, volume quantification

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 54% de seu território coberto por florestas, com 463 milhões de hectares, dos quais a maioria está no bioma Amazônia. Sendo que nesse ambiente encontram-se muitas espécies florestais madeireiras de alto valor, cujo potencial econômico ainda é pouco explorado (SFB, 2013).

As florestas plantadas representam apenas 1,55% do recurso florestal brasileiro, o que corresponde a 7,2 milhões de hectares, dos quais menos de 4% referem-se a plantações com espécies nativas. As únicas espécies nativas da Amazônia plantadas em escala são *Hevea brasiliensis* (seringueira) e *Schizolobium amazonicum* (paricá) (SFB, 2013; ABRAF, 2013). Portanto, é necessário incrementar o conhecimento e a área plantada com espécies nativas e diversificar a produção de madeira no país.

A *Parkia gigantocarpa* é uma espécie arbórea nativa do Brasil, popularmente conhecida como faveira ou fava-barriguda. Ocorre em florestas de terra firme da Amazônia, podendo atingir até 60 metros de altura e 1,50 m de diâmetro, sendo utilizada principalmente para fabricação de compensados, tendo em vista se tratar de madeira leve e de boa qualidade (PAULA & ALVES, 1997; OLIVEIRA et al., 2012).

RONDON (2011) revelou que a fava-barriguda foi uma das espécies que apresentou maior rendimento para reflorestamento em área aberta, com maior diâmetro de planta e índice de mortalidade abaixo de 20%. Esse resultado foi obtido após anos de experimento gerenciado na Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural S/A (EMPAER), de Sinop, estado do Mato Grosso.

Existem algumas publicações recentes sobre superação de dormência em sementes (OLIVEIRA et al., 2012), sobrevivência de mudas plantadas em clareiras de exploração florestal (GOMES et al., 2010) e, propriedades físicas e mecânicas da madeira (MIRANDA et al., 2012). Contudo, informações dendrométricas sobre árvores de *P. gigantocarpa* plantadas em povoamento homogêneos são praticamente inexistentes, em que se verifique o potencial silvicultural já demonstrado da espécie. Esse trabalho teve como objetivo determinar as relações dendrométricas em árvores de *P. gigantocarpa* Ducke.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo encontra-se no município de Sinop, Centro-Norte do estado de Mato Grosso, que está localizado às margens da rodovia BR-163, a 500 km da

capital Cuiabá. A pesquisa foi realizada em um plantio experimental de *Parkia gigantocarpa* Ducke, em espaçamento 4m x 3m, implantado no ano de 1996, situado nas coordenadas geográficas de latitude 11°50'S e longitude 55° 38' W e altitude de 384 m.

Em 2010 foram selecionadas 26 árvores, as mesmas foram consideradas como representativas das condições do povoamento experimental. A classificação foi em função do diâmetro, da altura, da forma do fuste e da ocorrência de danos físicos e/ou patogênicos.

Após a seleção, em cada uma das árvores foi medido o diâmetro a 1,30 metros em relação ao nível do solo (DAP) e em seguida foi realizado o procedimento de cubagem rigorosa pelo método de Smalian. Após a derrubada de cada árvore mensurou-se as alturas total e comercial com trena, sendo a última definida como a distância linear ao longo do fuste até a primeira bifurcação. As medidas das circunferências ao longo do fuste foram feitas com fita métrica e por meio de medidas sucessivas em intervalos regulares de 0,1m; 0,3m; 0,7m; 1,3m; 2,3m e posteriormente a cada 2m.

A espessura da casca foi obtida com auxílio de uma régua nos mesmos intervalos que as medidas das circunferências. Tais observações permitiram a estimativa dos volumes com e sem casca, com a utilização da fórmula de cubagem rigorosa por meio do método de Smalian. Os volumes e os percentuais de casca foram obtidos pelos procedimentos descritos em MACHADO & FIGUEIREDO FILHO (2009).

Foram realizadas análises estatísticas descritivas das seguintes variáveis:

- dcc: diâmetro à altura do peito com casca (cm);
- dsc: diâmetro à altura do peito sem casca (cm);
- ht: altura total (m);
- hc: altura comercial (m);
- vtcc: volume total com casca (m<sup>3</sup>);
- vtsc: volume total sem casca (m<sup>3</sup>);
- vccc: volume comercial com casca (m<sup>3</sup>);
- vcsc: volume comercial sem casca (m<sup>3</sup>);
- %ct: percentual de casca do volume total (%);
- %cc: percentual de casca do volume comercial (%);
- ff: fator de forma artificial (adimensional).

Foram realizadas análises das correlações entre as variáveis previamente citadas e elaborados gráficos de algumas relações relevantes. Para a variável volume total com casca, foram feitas análises comparativas dos valores reais com valores estimados a partir do fator de forma médio, com estimativa por regressão com a variável com os modelos da variável combinada ou de Spurr e do diâmetro quadrático ( $vtcc = \beta_0 + \beta_1 dcc^2ht$ ) e de Husch ( $vtcc = \beta_0 + \beta_1 dcc^2$ ). A validade dos ajustes foi verificada em função do coeficiente de determinação ajustado e pelo erro padrão da estimativa (SANQUETTA et al., 2009). Verificou-se a existência de diferença significativa entre os valores reais e estimados pelos três procedimentos mediante o teste t pareado para duas amostras.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O diâmetro médio à altura do peito das árvores amostradas foi de 35,23cm, com altura média total de 18,21m e altura comercial de 7,97m. A relação entre ht e hc indica o alto grau de bifurcação da espécie, com ramificações a baixas alturas no fuste.

Os volumes médios, total e comercial com casca, foram de 0,83 e 0,77m<sup>3</sup>, respectivamente. Os percentuais médios de casca foram de 8,34 e 7,84%, respectivos aos volumes total e comercial. O fator de forma médio foi de 0,41, indicando uma conicidade acentuada da espécie.

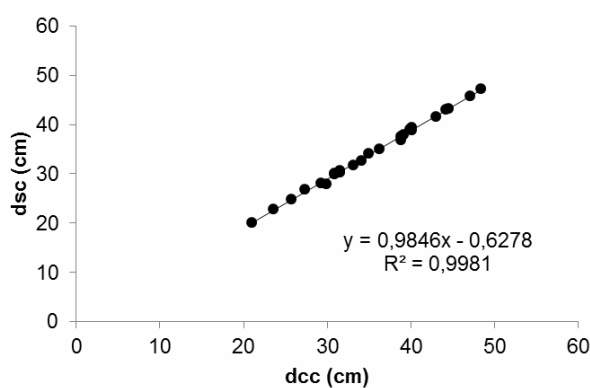
Os valores mínimos, máximos e respectivos coeficientes de variação das variáveis estudadas encontram-se na Tabela 1. Observa-se que as maiores variações relativas ocorreram para os volumes total e comercial, com e sem casca. A menor variação, medida pelo coeficiente de variação percentual, foi verificada para a altura total.

**TABELA 1** – Estatísticas descritivas de variáveis dendrométricas de *Parkia gigantocarpa*

Variável	dcc (cm)	dsc (cm)	ht (m)	hc (m)	vtcc (m <sup>3</sup> )	vtsc (m <sup>3</sup> )	vccc (m <sup>3</sup> )	vcsc (m <sup>3</sup> )	%ct	%cc	ff
Média	35,23	34,06	18,21	7,97	0,83	0,77	0,60	0,56	8,34	7,84	0,41
CV%	20,42	20,81	10,08	27,95	45,51	46,36	41,84	42,59	29,32	33,06	11,72
Mínimo	21,01	20,01	14,80	4,00	0,26	0,24	0,02	0,02	5,75	5,29	0,25
Máximo	48,38	47,18	21,30	12,30	1,73	1,60	0,97	0,92	17,27	15,88	0,50

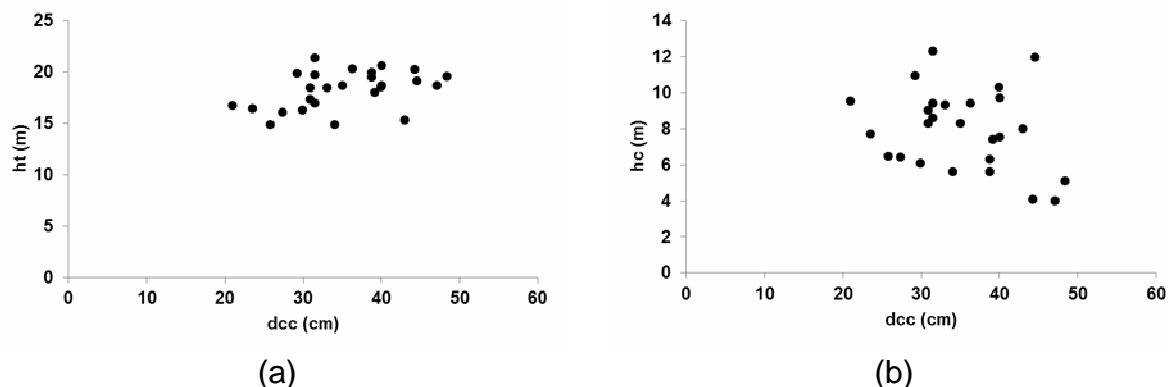
CV% = coeficiente de variação em percentagem; dcc: diâmetro à altura do peito com casca (cm); dsc: diâmetro à altura do peito sem casca (cm); ht: altura total (m); hc: altura comercial (m); vtcc: volume total com casca (m<sup>3</sup>); vtsc: volume total sem casca (m<sup>3</sup>); vccc: volume comercial com casca (m<sup>3</sup>); vcsc: volume comercial sem casca (m<sup>3</sup>); %ct: percentual de casca do volume total (%); %cc: percentual de casca do volume comercial (%); ff: fator de forma artificial.

Houve uma relação direta e retilínea entre dcc e dsc, conforme pode ser explicada pela equação da reta apresentada pela Figura 1.



**FIGURA 1** – Relação entre diâmetro à altura do peito com casca (dcc) e diâmetro à altura do peito sem casca em árvores de um povoamento de *Parkia gigantocarpa*.

A relação hipsométrica com a altura total foi fraca e não significativa ( $\alpha=0,05$ ), que foi explicado pela baixa correlação entre dcc e ht (Figura 2).



**FIGURA 2** – Relação hipsométrica. (a) altura total (ht) e (b) altura comercial (hc) em um povoamento de *Parkia gigantocarpa*.

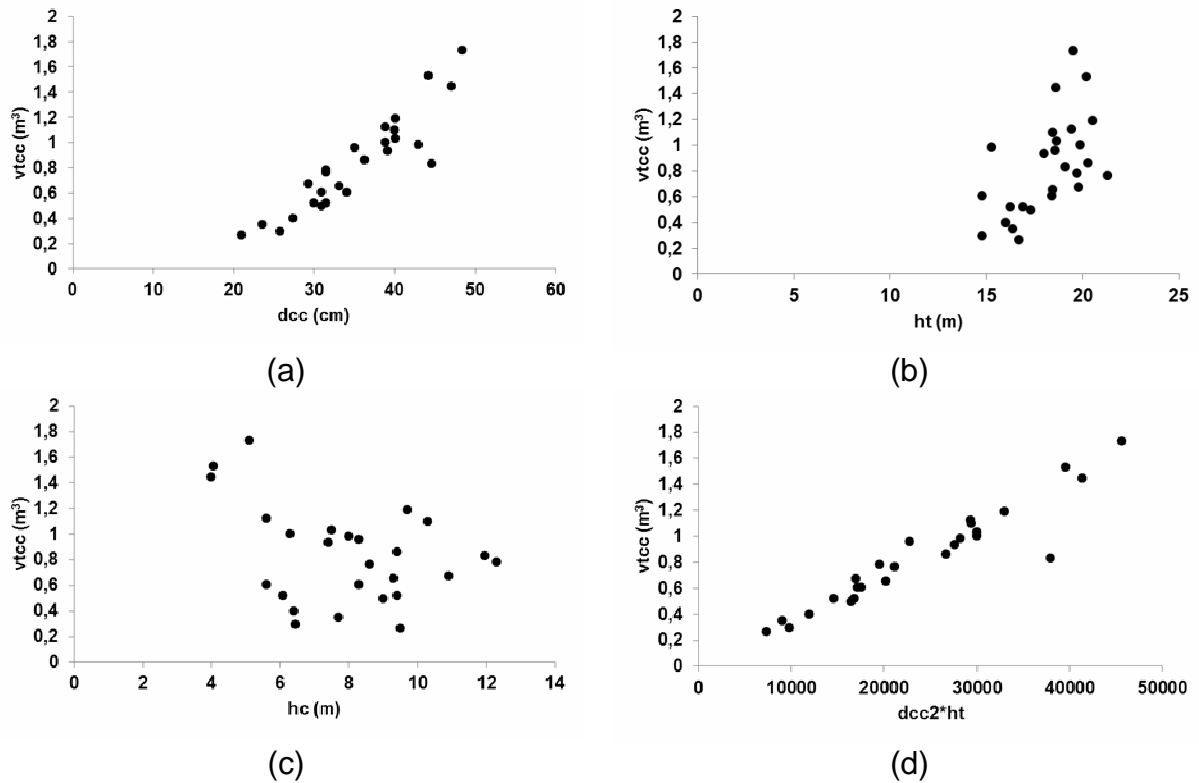
O mesmo foi verificado para dcc e hc e para as relações das alturas com o diâmetro sem casca. Diante das informações contidas nas Tabelas 1 e 2 evidenciou-se que não há diferenciação entre os crescimentos em altura e diâmetro das árvores.

**TABELA 2** – Matriz de correlação entre variáveis dendrométricas de *Parkia gigantocarpa*

Variável	dcc	dsc	ht	hc	vtcc	vtsc	vccc	vcsc	%ct	%cc	ff
dcc	1										
dsc	0,9990	1									
ht	0,4242	0,4273	1								
hc	-0,2754	-0,2649	0,2094	1							
vtcc	0,9126	0,9137	0,5807	-0,3554	1						
vtsc	0,9128	0,9148	0,5719	-0,3650	0,9990	1					
vccc	0,7740	0,7821	0,5458	0,0285	0,7681	0,7714	1				
vcsc	0,7790	0,7879	0,5391	0,0066	0,7750	0,7806	0,9985	1			
%ct	-0,3253	-0,3452	-0,0168	0,2965	-0,2972	-0,3386	-0,3209	-0,3696	1		
%cc	-0,3217	-0,3421	-0,0424	0,3437	-0,3381	-0,3763	-0,4448	-0,4871	0,9357	1	
ff	0,0273	0,0298	0,2129	-0,2601	0,3577	0,3619	0,2248	0,2353	-0,1899	-0,2700	1

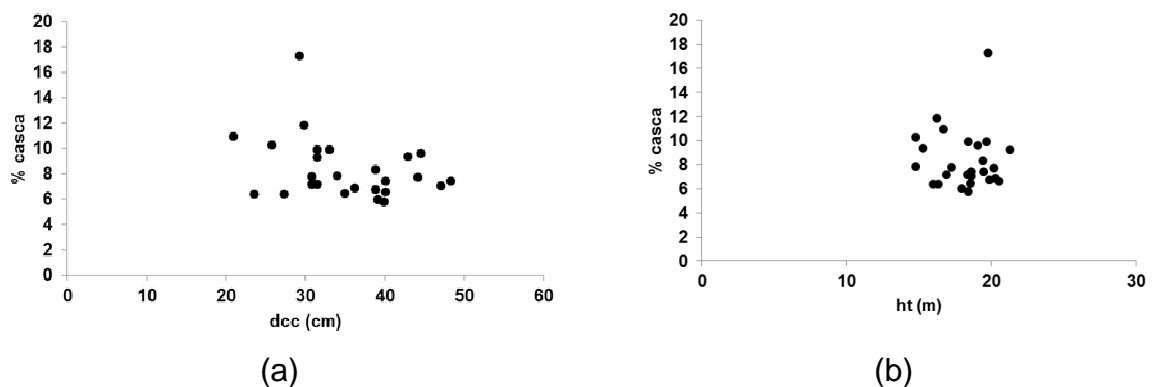
dcc: diâmetro à altura do peito com casca (cm); dsc: diâmetro à altura do peito sem casca (cm); ht: altura total (m); hc: altura comercial (m); vtcc: volume total com casca (m<sup>3</sup>); vtsc: volume total sem casca (m<sup>3</sup>); vccc: volume comercial com casca (m<sup>3</sup>); vcsc: volume comercial sem casca (m<sup>3</sup>); %ct: percentual de casca do volume total (%); %cc: percentual de casca do volume comercial (%); ff: fator de forma artificial.

Os volumes totais com e sem casca se correlacionaram forte e significativamente com os diâmetros com e sem casca. Fato semelhante é verificado para os volumes comerciais com e sem casca, porém o grau de associação foi muito inferior ao caso previamente citado. Os volumes totais com o sem casca apresentaram correlação média e significativa com a altura total, mas não com a altura comercial. A variável combinada  $dcc^2 \cdot ht$  explica bem a variável volume total (Figura 3).



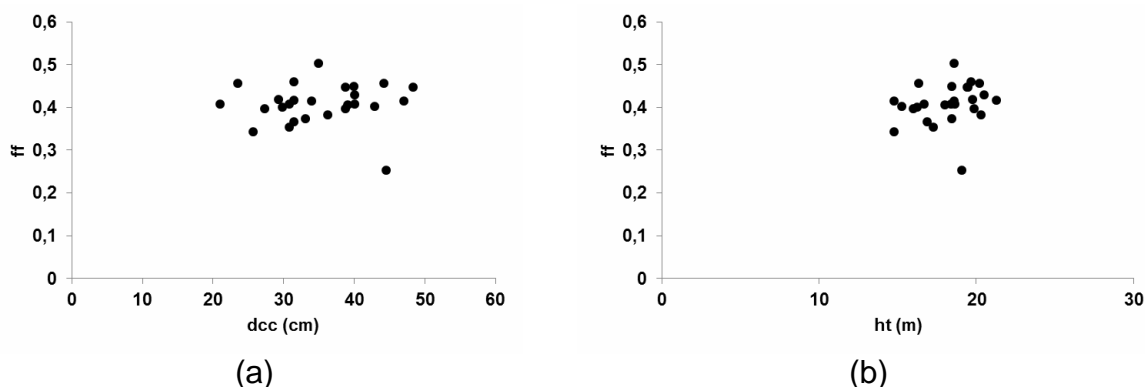
**FIGURA 3** – Relação do volume total com casca com outras variáveis dendrométricas em um povoamento de *Parkia gigantocarpa*. (a)  $dcc$ , (b)  $h$ , (c)  $hc$  e (d)  $dcc^2 \cdot ht$ .

O percentual de casca é baixo, em comparação com outras espécies, como *Tectona grandis*, conforme FIGUEIREDO et al. (2005), MACHADO & GARCIA (1984) para *Pinus taeda* e vários pinheiros tropicais cultivados no Brasil segundo TRIANOSKI (2012). Não houve tendência de aumento ou diminuição dos percentuais de casca em decorrência de aumento e diminuição nas variáveis dendrométricas, o que significa dizer que não varia com o porte das árvores. Percebe-se uma leve tendência, porém não significativa estatisticamente, de redução do percentual de casca com o aumento das outras dimensões das árvores (Figura 4).



**FIGURA 4** – Relação do percentual de casca com o diâmetro com casca (a) e com a altura total (b) em um povoamento de *Parkia gigantocarpa*. (a)  $dcc$ , (b)  $ht$  e (c)  $hc$ .

O fator de forma praticamente não se altera, mantendo-se próximo de 0,4 na maioria dos casos, ou seja, sejam árvores finas ou grossas, altas ou baixas, a conicidade não se altera (Figura 5). Esse valor caracteriza o típico afilamento do fuste na espécie, que lhe confere o nome popular. O mesmo é inferior aos encontrados para outras espécies, como *Pinus elliottii* no Rio Grande do Sul (DRESCHER et al., 2001) e *Eucalyptus grandis* em Goiás (MIGUEL et al., 2010) e *Tectona grandis* no Acre (FIGUEIREDO et al., 2005).



**FIGURA 5** – Relação do fator de forma com o diâmetro com casca (a) e com a altura total (b) em um povoamento de *Parkia gigantocarpa*.

A estimativa de volumes totais com casca a partir do fator de forma médio resultou em um erro médio de 3,31%. Os ajustes das equações de volume também resultaram em erros percentuais baixos, conforme se verifica na Tabela 3. A estimativa com o modelo de Spurr foi superior àquela quando se utiliza o modelo de Husch, o que significa dizer que a inclusão da variável altura total no modelo melhora o poder preditivo da variável volume, a despeito da baixa correlação das mesmas. Nota-se também a estimativa com o ff médio supera aquela relativa ao uso do modelo de simples entrada. Não houve diferença estatística significativa entre as estimativas pelas equações de regressão, com uso de ff médio e os valores observados do volume total com casca.

**TABELA 3** – Ajuste de equações do volume com casca para *Parkia gigantocarpa*

Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$	R <sup>2</sup> ajustado	Erro padrão	Erro %
$vtcc = \beta_0 + \beta_1 dcc^2 ht$	0,005363	0,000035	0,8923	0,1243	2,81
$vtcc = \beta_0 + \beta_1 dcc^2$	-0,047049	0,000681	0,8339	0,1543	3,49

Vtcc = volume total com casca (m<sup>3</sup>); dcc = diâmetro à altura do peito com casca (cm); ht = altura total (m);  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  = coeficientes estimados; R<sup>2</sup> ajustado = coeficiente de determinação ajustado; Erro padrão = erro padrão da estimativa; Erro % = erro padrão da estimativa em percentagem.

## CONCLUSÕES

Os diâmetros e alturas das árvores amostradas indicam o uso da espécie para laminação.

Os diâmetros à altura do peito se correlacionam fortemente com os volumes individuais totais com e sem casca. As alturas total e comercial não.

As relações hipsométricas para altura total e comercial foram fracas, especialmente a segunda.

O percentual de casca praticamente não se alterou com variações nos diâmetros e nas alturas, o mesmo ocorrendo com o fator de forma.

Estimativas volumétricas utilizando-se o fator de forma médio não diferiram significativamente daquelas obtidas via regressão (modelos de dupla e simples entrada), bem como dos valores reais dos volumes totais com casca.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF. **Anuário 2013**. 2013, 146p.

DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; QUEIROZ, F. L. C. Fator de forma artificial de *Pinus elliottii* Engelm para a região da serra do sudeste do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2001.

FIGUEIREDO, E. O.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Estimativa do percentual de casca e do fator de forma em povoamentos jovens de teca (*Tectona grandis* L.F.). **Comunicado Técnico EMBRAPA**. n. 165, p. 1-5, 2005.

GOMES, J. M.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, M. G.; NOBRE, D. N. V.; TAFFAREL, M. F.; JOSUÉ, E. R.; SANTOS, R. N. J. Sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em clareiras causadas pela colheita de madeira em uma floresta de terra firme no município de Paragominas na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 171-178, 2010.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 3ª. Ed., 2009. 316p.

MACHADO, S. A.; GARCIA, E. R. Determinação do volume da casca em plantações de *Pinus taeda*. **Floresta**, v. 15, n. 1/2, p. 17-25. 1984.

MIGUEL, E. P.; CANZI, L. F.; RUFINO, R. F.; SANTOS, G. A. Ajuste de modelo volumétrico e desenvolvimento de fator de forma para plantios de *Eucalyptus grandis* localizados no município de Rio Verde-GO. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, p.1-13, 2010.

MIRANDA, M. C.; CASTELO, P. A. R; MIRANDA, D. L. C.; RONDON, E. V. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Parkia gigantocarpa* Ducke. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, v. 3, n. 2, p. 55-65, 2012

OLIVEIRA, A. K. M.; RIBEIRO, J. W. F.; PEREIRA, K. C. P.; RONDON, E. V.; BECKER, T. J. A.; BARBOSA, L. A. Superação de dormência em sementes de *Parkia gigantocarpa* (Fabaceae – Mimosoidae). **Ciência Florestal**, v. 22, n. 3, p. 533-540, 2012.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okata, 1997. 543 p.

RONDON, E. V. **Economia: Empaer apresenta em Sinop espécies pesquisadas para reflorestamento**. Só Notícias; 2011. Disponível em: <[www.sonoticias.com.br/noticias/2/126366/empaer-apresenta-em-sinop-especies-](http://www.sonoticias.com.br/noticias/2/126366/empaer-apresenta-em-sinop-especies-)



pesquisadas-para-reflorestamento>. Acesso em 10 set. 2011.

SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; DALLA CORTE, A. P.; FERNANDES, L. A. V. **Inventários florestais: planejamento e execução**, 2<sup>a</sup>. Ed. 2009. 307 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO – SFB. **Florestas do Brasil em Resumo**, 2013. 188 p.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos**. 2012. 553f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba.