

# TABELAS DE PESO DA BIOMASSA DE COPAS DE PINUS TROPICAIS NA REGIÃO DE SACRAMENTO, MG.\*

Gilberto Souza Pinheiro\*\*  
Ronaldo Viana Soares\*\*\*

## SUMMARY

The main objective of this research was to quantify the residue originated from thinning operation in pine plantations through the estimative of the crown weight of felled trees.

Thirty trees of each species, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and *Pinus oocarpa*, 7.5 years old, from stands owned by "Reflorestadora Sacramento — RESA Ltda.", in Sacramento Conuty, Minas Gerais State, Brasil, were used in the research.

A "Forward" regression program was used to identify the variable with higher partial correlation coefficients, in relation to the parameters to be estimated. The mathematical models used to estimate the crown and its components weights were:

$$\log Y = a + b \log X_1$$

$$\log Y = a + b \log X_1 + c \log X_2$$

For the equations based on the DBH it was tested the homogeneity of the variance, the normality of the data, and the residual independence. All tests resulted positive.

For estimating total crown weight, the recommended equations were:

I) *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

$$\log Y = 2,237425382 + 1,60995610 \log DAP \quad (R^2 = 0,87)$$

II) *Pinus oocarpa*

$$\log Y = 2,054712709 + 1,77965996 \log DAP \quad (R^2 = 0,90)$$

For estimating total crown weight for both species the utilized equation was:

$$\log P = 2,1414502 + 1,6978003 \log DAP \quad (R^2 = 0,90)$$

## 1. INTRODUÇÃO

Não é necessário destacar a importância que representam, para todos os países do mundo, as fontes alternativas de energia.

Isto é válido tanto para as nações importadoras de petróleo, que têm seu balanço de pagamento chegando a níveis insuportáveis, quanto para as produtoras, que não devem explorar ao máximo as suas reservas, porque o petróleo é um recurso energético não renovável e quanto maior for a intensidade menor será o período de exploração.

Enquanto o petróleo foi uma fonte de energia barata dificilmente iria aparecer outro combustível capaz de substituí-lo com vantagens.

Porém, a partir de 1973, a questão energética tomou um rumo completamente diferente, e várias outras formas de energia passaram a ser intensamente pesquisadas. Neste particular, o Brasil desponta na vanguarda para a solução do problema, pois conta com fatores extre-

mamente favoráveis para atingir este objetivo. As florestas aqui implantadas chegam a ter uma produtividade até 10 vezes maior quando comparada com florestas de clima temperado.

Além do aproveitamento da madeira propriamente dita, utilizam-se também resíduos que normalmente ficam no campo após a exploração florestal (ponteiros, ramos, folhas, etc.) para gerar energia. Isto posto, torna-se desnecessário ressaltar a importância que assume a quantificação deste material.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer equações estimativas do peso seco dos resíduos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa*, baseadas em variáveis dendrométricas de fácil obtenção.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo WOODARD<sup>o</sup>, talvez a mais antiga pesquisa de peso de copa tenha sido realizada por W. P. TUFTS que, em 1919, mostrou a alta correlação existente

\* Baseado em dados da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

\*\* Engenheiro Florestal, M.Sc., Pesquisador científico do Instituto Florestal de São Paulo.

\*\*\* Engenheiro Florestal, M.Sc., Ph.D., Professor do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Pesquisador CNPq.

entre este parâmetro e a circunferência do tronco de árvores frutíferas.

T.G.STOREY, W.T. FONS & F. M. SAUER, citados por WOODARD<sup>9</sup>, pesquisando o peso seco das copas, galhos e folhagens de 211 árvores relacionaram-nas com o diâmetro na base da copa viva. As árvores amostradas representavam 30 espécies de coníferas localizadas em quatro distintos sítios.

ZAVITKOVSKI<sup>10</sup> trabalhando com árvores do gênero *Aspen*, também considerou o diâmetro do tronco na base da copa como o melhor estimador do peso de folhagem e copas secas. Entretanto, a variável DAP (diâmetro à altura do peito), só ou como componente de variável combinada, é a que surge com maior frequência nos trabalhos de pesquisas como estimadora do peso seco das copas.

WENDEL<sup>8</sup> estudando o peso de biomassa de *Pinus serotina* Michx provou haver linearidade na relação dos pesos secos de folhagem mais galhos com o DAP, sendo que nesse trabalho o DAP teve amplitude de 6,6 a 37,6 cm.

BROWN<sup>1</sup> usando dados coletados em "Red Pine" (*Pinus resinosa* Ait) e "Jack Pine" (*Pinus banksiana* Lamb) em Lower Michigan, concluiu que, dentre diversas variáveis independentes testadas, o DAP e o comprimento da copa multiplicado pelo DAP resultaram nas estimativas mais precisas de peso de copa por árvore. Concluiu, ainda, que o DAP é a melhor variável independente simples para tal fim.

MURARO<sup>4</sup>, estudando o peso de copa de "Lodgepole Pine" (*Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia* Engelm) de povoamentos de mesma idade, mostrou que a dupla transformação logarítmica do peso da copa e seus componentes e do DAP resultou numa alta correlação linear. Esse mesmo modelo foi utilizado por WADE<sup>10</sup> para estimar o peso de copas de árvores dominantes e codominantes de "Loslolly Pine" (*Pinus taeda*, L.) na Geórgia em função do DAP. Comparando com outra fórmula desenvolvida para a mesma espécie na Carolina do Sul, não obteve diferença significativa entre as equa-

ções. WOODARD<sup>9</sup> trabalhando com "Douglas-fir" (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) de diferentes idades e em diversos locais de uma mesma região, usou o modelo acima também para estimar pesos de folhagem e galhos, além das copas, obtendo boas correlações, com erro padrão de estimativa variando de 0,0535 a 0,02626 e coeficiente de determinação de 0,5215 a 0,9299.

SANDO & WICK<sup>5</sup> pesquisaram um método para avaliação do peso de materiais de combustíveis de copas em povoamentos florestais de quatro espécies diferentes em áreas de propriedade do Serviço Florestal norte-americano. Usaram o mesmo modelo de equação citado acima, porém com o uso do logaritmo neperiano.

O DAP também aparece em diversos trabalhos como parte integrante de variável combinada ou como componente da equação, junto com outras variáveis.

G. R. FAHNESTOCK, citado por WOODARD<sup>9</sup>, encontrou uma relação linear entre o logaritmo do peso da copa e o logaritmo do produto do DAP pelo comprimento da copa. Seu material de pesquisa foram as nove espécies mais importantes da "Intermountain Region", nos Estados Unidos. Ele concluiu que os coeficientes de correlação foram insignificativamente menores que aqueles usados por STOREY et al.

O comprimento da copa também faz parte da equação de KILL<sup>3</sup> em sua determinação de peso seco das copas de *Picea glauca* Moench Voss e *Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia* Engelm, no centro oeste de Alberta, no Canadá. Nesse trabalho, que abrangeu povoamentos de vários sítios, foi mostrado que o peso seco de copa estimado em função do DAP e do comprimento ou largura de copa teria valores estimados com melhor precisão do que os estimados somente em função do DAP. Ele aconselha o uso da largura da copa por ser mais fácil de medir no campo e em fotografias aéreas.

BROWN<sup>1</sup> num estudo com onze espécies diferentes das Montanhas Rochosas, U.S., estabeleceu a relação linear entre os pesos das copas vivas e secas com

o DAP e o percentual de comprimento da copa viva em relação à altura total. Concluiu que o DAP é a variável independente simples que melhor se correlaciona com o peso da copa. Contudo, para muitas espécies, a inclusão de variáveis tais como altura, comprimento de copa e percentual de copa, melhoraram a precisão das equações.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local de Estudo

A pesquisa foi desenvolvida nas Fazendas "Chapadão do Bugre" e "Chapadão da Zagaia", de propriedade da Reflorestadora Sacramento — RESA Ltda., situadas no município de Sacramento, Estado de Minas Gerais.

As coordenadas geográficas do lugar são aproximadamente: 19° 54' 57" a 20° 09' 53" de latitude sul e 46° 54' 47" a 47° 17' 37" de longitude oeste. A altitude varia, aproximadamente, de 1200 a 1300 m. s.n.m.

De acordo com os dados meteorológicos (Quadro 1), a região pertence, segundo a classificação de KOEPPEN ao tipo climático Cwa e, segundo a classificação de HILDRIDGE, ao tipo climático "Floresta úmida subtropical montano-baixo".

**QUADRO 1: Dados meteorológicos do local de estudo.**

Mês	Média mensal	
	Temperatura °C	Precipitação mm
janeiro	21,50	304,9
fevereiro	21,06	189,3
março	20,93	204,6
abril	18,60	122,2
maio	17,20	69,2
junho	15,20	25,2
julho	16,40	34,4
agosto	16,80	2,0
setembro	18,40	34,6
outubro	20,60	182,8
novembro	22,05	341,9
dezembro	20,71	300,1
Média anual	19,20	1811,4

#### 3.2. Escolha dos talhões

Foram considerados, para este estudo, somente os plantios com idade de 7,5 anos, pois foi a idade eleita pela RESA para efetuar o primeiro desbaste. O espaçamento inicial para ambas as espécies foi de 3,0x2,5m.

#### 3.2. Metodologia

Inicialmente, mediu-se a CAP de 1000 árvores de cada espécie, escolhidas em pontos aleatórios, a fim de que se pudesse avaliar as distribuições diamétricas. Foi usada a CAP devido à facilidade de medição, sendo que para efeito de cálculos os dados foram transformados para DAP. Tal operação desenvolveu-se nos diversos talhões de interesse à pesquisa, com pontos de amostragem cobrindo toda a área existente.

Os dados foram agrupados em classes de 10 cm, sendo as árvores distribuídas em suas respectivas categorias, conforme sua circunferência à altura do peito. Em seguida, calculou-se o percentual de árvores contidas em cada classe, ou seja, a relação entre o número de árvores contidos por classe e o número total de árvores.

Numa amostragem preliminar, fixou-se em 30 o número de árvores a serem abatidas por espécie ( $n_1$ ), sendo que esse número foi distribuído por classes, de acordo com o percentual de frequência observado.

O número mínimo de amostras ( $n_2$ ), foi determinado através do método de amostragem sequencial de Stain:

$$\hat{n}_2 = \frac{t^2 \quad si^2}{d^2}$$

sendo,

$\hat{n}_2$  = número mínimo de amostras

t = "t" tabular, com n-1 graus de liberdade

si<sup>2</sup> = variância diamétrica, calculada na fase preliminar de amostragem

d = limite de erro aceitável a uma probabilidade  $\alpha$  de segurança.

O número mínimo de amostras ( $n_2$ ) foi, em seguida, comparado ao número inicial ( $n_1$ ) para verificar se a amostragem preliminar foi suficiente.

Na escolha das árvores-amostra foram consideradas apenas as árvores normais, excluindo-se, portanto, as portadoras de quaisquer anomalias, tais como bifurcação, "fox-tail" e copa quebrada.

Escolhida uma árvore, anotava-se o seu DAP e, com a árvore ainda em pé, retirava-se o máximo possível de material da copa seca. Esse procedimento evitou a mistura desse material com árvores vizinhas ou material do solo. Terminada essa operação, derrubava-se a árvore, anotando-se, em seguida, sua altura e os comprimentos das copas viva e seca. A seguir, as acículas verdes e secas, separadamente, eram destacadas dos galhos e pesadas. Os galhos das copas eram divididos em três categorias diamétricas: de 0 a 0,7 cm; de 0,7 cm a 2,5 cm; e 2,5 cm a 7,6 cm. Material acima desse diâmetro normalmente é aproveitado e não permanece no solo. Nos galhos de copa seca apareceram somente as duas primeiras classes, pela ausência da terceira em todas as áreas coletadas.

Após a coleta desse material, por árvore, fez-se a pesagem. Essa operação repetiu-se para cada uma das 60 árvores-amostras. De cada parte integrante da copa recolhia-se uma amostra que representasse com a máxima fidelidade possível a parte colhida e pesada. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno com a respectiva etiqueta de identificação e levadas ao laboratório para determinação do peso seco.

Os trabalhos de laboratório iniciaram pela pesagem, em balança analítica, do material amostral acondicionado em sacos de polietileno. Em seguida, as amostras foram colocadas em placas Petri e secas em estufa a  $70^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ , até peso constante (aproximadamente 24 horas), de acordo com o recomendado com WOODARD<sup>9</sup> embora KILL<sup>3</sup> tenha preferido o uso da temperatura de  $105^{\circ}\text{C}$ . Optou-se pela primeira temperatura por estar mais próxima da realidade de secagem natural e também porque à temperatura mais elevada, outras substâncias além da água poderiam ser volatili-

zadas. Após a anotação dos valores obtidos, os dados foram extrapolados para todo o material pesado no campo. A equação utilizada foi:

$$P = a (c/b)$$

sendo,

P = peso seco em estufa dos componentes das copas, em gramas.

a = peso original da amostra, em gramas.

b = peso seco da amostra, em gramas.

c = peso original dos componentes das copas, em gramas.

A umidade existente nos diversos componentes da copa foi determinada através da seguinte equação:

$$\% U = \frac{a - b}{a} \cdot 100$$

sendo,

% U = percentual de umidade.

a = peso original da amostra, em gramas.

b = peso seco, em gramas.

De posse dos dados, já transformados em peso seco, fez-se a gravação em fita magnética, reservando-se um arquivo para cada espécie estudada. Em seguida, os dados foram processados de modo a alcançar os objetivos finais do trabalho.

A verificação das condicionantes da regressão, foi feita utilizando-se como variável independente o DAP. As condicionantes básicas da regressão são: homogeneidade de variância, normalidade e independência dos dados.

Para análise de homogeneidade de variância utilizou-se o teste de Bartlett. Para a normalidade foi utilizado o teste de Kolmogorov — Smirnov e para a análise de independência dos erros utilizou-se o teste de Durbin — Watson (SCHNEIDER<sup>6</sup>).

Para a escolha das variáveis a compor as equações, utilizou-se o processo de seleção progressiva — FORWARD — onde a escolha de variável é determinada pelo coeficiente de correlação parcial entre as variáveis dependente e independente. Testaram-se 15 variáveis independentes, sendo 3 simples (DAP, H e Cc) e

12 combinadas, formadas a partir das 3 primeiras. Das variáveis testadas (Quadro 2) inicialmente, apenas uma era escolhida para compor a equação. O passo seguinte foi testar o ganho em eficiência (valor de F para o último coeficiente) com a adição de uma segunda variável na equação.

Os testes comparativos para a escolha de equações foram F, coeficiente de determinação ( $R^2$ ), erro padrão de estimativa ( $S_{xy}$ ) e coeficiente de variação (CV).

**QUADRO 2: Relação das variáveis independentes testadas para compor as equações estimativas de pesos.**

Nº da variável	Nome da variável
1	Log DAP
2	Log H
3	Log Hc
4	Log (DAP . Hc)
5	Log ( $H^2$ . Hc)
6	Log (DAP <sup>2</sup> . Hc)
7	Log (DAP <sup>2</sup> . H)
8	Log (DAP . H <sup>2</sup> )
9	Log (DAP . H <sup>2</sup> )
10	Log (DAP . Hc <sup>2</sup> )
11	Log (DAP . H)
12	Log (DAP . H) <sup>2</sup>
13	Log (% Hc)
14	Log % Hc . Log DAP
15	Log (% Hc . DAP)

#### Definição das variáveis:

DAP: Diâmetro à altura do peito, em cm.

H: Altura total da árvore.

Hc: Comprimento da copa viva.

% Hc: Porcentagem de copa viva em relação a H.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Determinação do número e distribuição diamétrica das amostras:

Após serem anotadas as circunferências à altura do peito (CAP) das árvores, estas foram agrupadas e transformadas

em distribuição percentual em função do número total de árvores. Com base nesses valores e no número inicial de árvores a serem abatidas por espécie, definiu-se o número de árvores-amostra por classe de CAP (Quadros 3 e 4).

A aplicação da fórmula de Stain, usando a variância diamétrica (SCHNEIDER<sup>6</sup>), mostrou que o número de árvores amostradas por espécie foi suficiente. O número mínimo de amostras ( $n_2$ ) foi de 22 e 25 árvores para *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa* respectivamente, inferiores às amostras coletadas ( $n_1$ ), de 30 árvores para cada espécie.

**QUADRO 3: Número de árvores de Pinus caribaea var. hondurensis amostradas por classe de CAP, em função da frequência percentual observada no campo.**

Classes de CAP (cm)	Frequência observada (%)	Nº de árvores amostradas
10 - 19	1	1
20 - 29	8	2
30 - 39	22	6
40 - 49	37	11
50 - 59	24	7
60 - 69	7	2
70 - 79	1	1
TOTAL	100	30

**QUADRO 4: Número de árvores de Pinus oocarpa amostradas por classe de CAP, em função da frequência percentual observada no campo.**

Classes de CAP (cm)	Frequência observada (%)	Nº de árvores amostradas
10 - 19	8	2
20 - 29	9	3
30 - 39	26	8
40 - 49	34	10
50 - 59	18	5
60 - 69	5	2
TOTAL	100	30

#### 4.2. Peso seco das copas e respectivos componentes

A determinação do peso seco dos componentes das copas, em ambas as espécies, foi feita em função das amostras colhidas no campo e secas em estufa à temperatura constante. Os dados obtidos através das amostras foram extrapolados para todo o material colhido. Por exemplo, o peso seco de acícula verde da árvore nº 10 de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* foi assim determinado: pesou-se todo material de acícula proveniente da copa viva, no campo (c), eo valor encontrado foi 9.700,00 gramas. Desse total, retirou-se uma amostra (a) cujo peso acusou o valor de 36,50 gramas. Após a secagem, verificou-se que esse material passou a pesar 11,40 gramas (b). Então, substituindo-se esses valores na fórmula:

$P = 9.700,00 (11,40/36,50) = 3.029,60$  gramas que é o valor do peso seco em estufa das acículas provenientes da copa viva. Dessa forma, determinou-se o peso de todos os componentes das copas.

A determinação do peso seco da copa viva, seca e total, foi feita a partir do somatório dos pesos de seus respectivos componentes.

#### 4.3. Umidade das copas e respectivos componentes

A determinação da percentagem de umidade dos componentes das copas foi feita em função dos componentes das amostras colhidas no campo e secas em estufa à temperatura constante. Usando-se o mesmo exemplo anterior e substituindo-se os valores observados na fórmula, tem-se:

$$\% U = \frac{36,5 - 11,4}{36,5} \cdot 100 = 68,77\%$$

#### 4.4. Condicionantes da regressão

A utilização dos testes de verificação das condicionantes de regressão comprovou a propriedade dos dados utilizados no trabalho.

A aplicação dos testes de Bartlett demonstrou haver homogeneidade de variância nas equações estimativas testadas. As equações apresentaram distribuição normal dos dados em classes de DAP. Os resíduos foram, também, estatisticamente independentes a nível de significância de 5%.

Os valores obtidos pela aplicação dos testes de verificação de condicionantes de regressão, são apresentados no Quadro 5.

#### 4.5. Determinação e análise das equações

##### 4.5.1. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Entre as independentes testadas, a variável DAP foi a escolhida pelo processo FORWARD por apresentar maior coeficiente de correlação simples, que correspondeu a 0,87. A introdução da variável  $(DAP \cdot Hc)^2$  não apresentou ganho significativo (Quadro 6), embora tenha havido um pequeno acréscimo no valor de  $R^2$  e um decréscimo no valor de  $S_{xy}$ .

##### 4.5.2. *Pinus oocarpa*

A variável escolhida pelo processo seletivo para estimar o peso da copa total foi o DAP. Observou-se que o ganho com a introdução da segunda variável  $(DAP \cdot Hc)^2$  foi não significativo, embora tenha havido um pequeno acréscimo no valor de  $R^2$  que foi de 0,89 para 0,90 e decréscimo de 2,35 para 2,29 no valor de CV% tal como mostra o Quadro 7.

QUADRO 5: Verificação das condicionantes de regressão

Espécies	Peso a ser estimado	Homogeneidade val. de $\chi^2$ (Bartlett)	Normalidade (Kolm.-Smirn.)	Independência Dourbin - Watson
P.c. hondurensis	copa total	4,1292 NS	0,1318 NS	2,24802 NS
P.oocarpa	copa total	2,9002 NS	0,1001 NS	1,9194 NS

**QUADRO 6:** Equações estimativas para determinação do peso de copa de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Equações	R <sup>2</sup>	Sxy	CV(%)	F
Log P = 2,237425382 + 1,609956 Log DAP	0,87	0,09117507	2,25	191,27
Log P = 2,30069811 + 1,368158527 Log DAP + 0,53533342 Log (DAP.Hc) <sup>2</sup>	0,88	0,089607878	2,21	100,01

**QUADRO 7:** Equações estimativas para determinação do peso de copa de *Pinus oocarpa*.

Equações	R <sup>2</sup>	Sxy	CV(%)	F
Log P = 2,054712709 + 1,77965996 Log DAP	0,89	0,093807940	2,35	242,8806
Log P = 2,384783838 + 1,10653197 Log DAP + 0,112737827 Log (DAP.Hc) <sup>2</sup>	0,90	0,091682135	2,29	128,296

#### 4.5.3. Ambas as espécies

Para a estimativa do peso de copa de ambas as espécies, utilizou-se a variável escolhida pelo processo seletivo para cada espécie em particular. Assim foi testado apenas o modelo:

$$\text{Log P} = a + b \text{ Log DAP}$$

cuja análise estatística apresentou os seguintes resultados:

$$a = 2.1414502$$

$$b = 1,6978003$$

$$R^2 = 0,90$$

$$S_{xy} = 0,0847390$$

$$CV = 2,1029\%$$

#### 4.6. Distribuição dos dados

A distribuição dos dados de pesos de copas e do DAP para cada espécie, em dupla transformação logarítmica é mostrada graficamente nas Figuras 1 e 2.

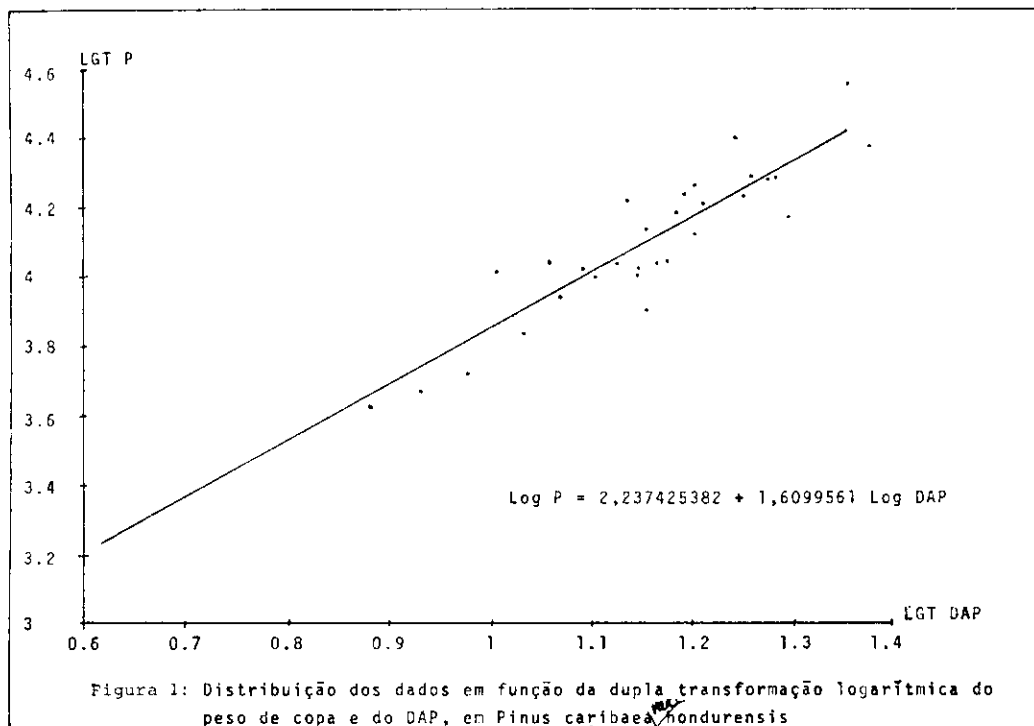
#### 4.7. Tabelas para determinação do peso total das copas

Usando-se equações baseadas no DAP, foram elaboradas tabelas para o peso total das copas. Para efeito de correção da discrepância logarítmica foi utilizado o fator de correção (HEINSDIJK et al<sup>12</sup> e SCHNEIDER<sup>6</sup>)

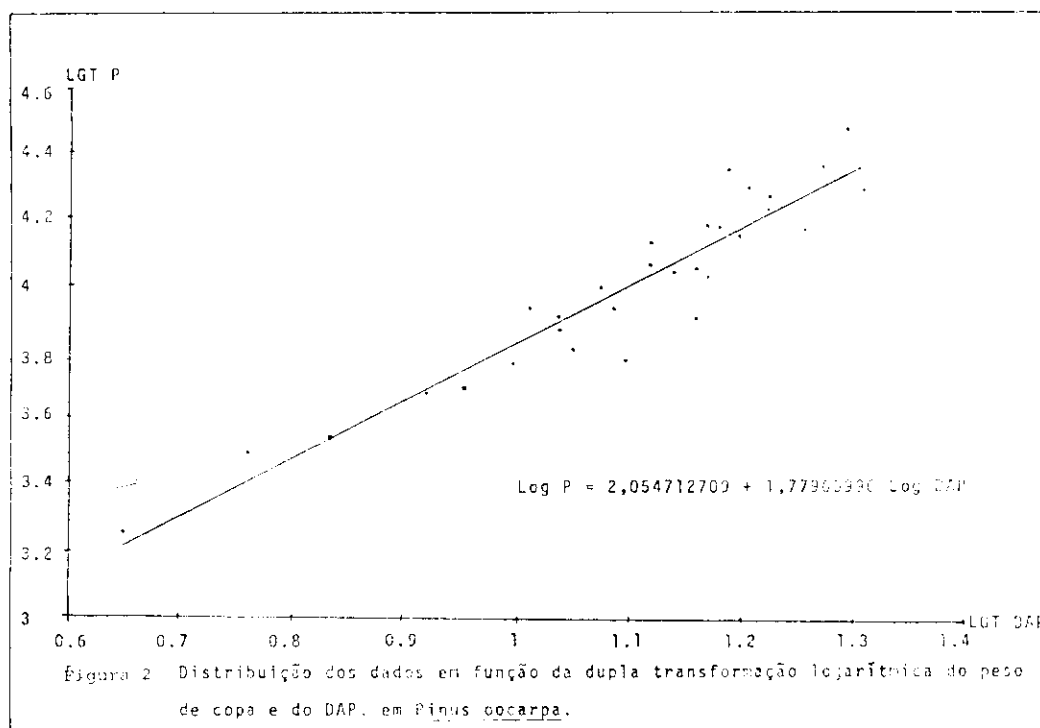
$$F_c = 10^{\frac{1.1513 S^2}{2}}$$

onde  $F_c$  = fator de correção para as estimativas.

$S^2$  = quadrado do erro padrão de estimativa.



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23



Os valores de peso de copas, com as devidas correções são apresentadas nos Quadros 8, 9 e 10.

## 5. CONCLUSÃO

O DAP foi a variável mais eficiente para estimar o peso de copas das duas espécies testadas. O ganho resultante da inclusão de uma segunda variável foi não significativo. Dessa forma, a quantificação dos resíduos vegetais, oriundos da copa e deixados no solo após a exploração florestal pode ser expressa pelo modelo de equação:

$$\text{Log } P = a + b \text{ Log DAP}$$

## 6. RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve, como principal objetivo, quantificar os resíduos vegetais deixados no solo após a operação de desbaste, através de equações estimativas obtidas pela análise de regressão.

Foram utilizadas 30 árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e 30 árvores de *Pinus oocarpa* com 7,5 anos de idade, provenientes de povoamentos de propriedade da Reflorestadora Sacramento RESA Ltda., Sacramento, Minas Gerais.

Os modelos de equações testados, através do procedimento "Forward", para avaliar o peso de copas e seus componentes para ambas as espécies foram:

$$\log Y = a + b \log X_1$$

$$\log Y = a + b \log X_1 + c \log X_2$$

Testaram-se também, para as equações estimadoras em função do DAP, as condicionantes básicas de regressão, a fim de se verificar a homogeneidade de variância, normalidade e independência dos erros.

Para se estimar o peso total das copas, as melhores equações foram:

### i) *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

$$\log Y = 2,237425382 + 1,6099561 \log \text{DAP} \\ (R^2 = 0,87)$$

### ii) *Pinus oocarpa*

$$\log Y = 2,054712709 + 1,77965996 \log \text{DAP} \\ (R^2 = 0,90)$$

Para estimar o peso total das copas para ambas as espécies utilizou-se a equação:

$$\log P = 2,1414502 + 1,6978003 \log \text{DAP} \\ (R^2 = 0,90)$$

Finalmente, são mostradas tabelas de peso total de copas por espécie e para ambas as espécies, baseadas nas equações propostas.

QUADRO 8:

Peso total da copa de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, segundo a equação

$$\log p = 2,237425382 + 1,6099561 \log \text{DAP}$$

$$Fc = 1,0222818$$

DAP (cm)	.00	.20	.40	.60	.80
Peso seco (gramas)					
4	1645,5	1779,9	1918,3	2060,7	2206,8
5	2356,7	2510,3	2667,6	2828,4	2992,8
6	3160,7	3332,1	3506,8	3684,9	3866,3
7	4051,0	4239,0	4430,2	4624,5	4822,0
8	5022,6	5226,3	5433,1	5642,8	5855,6
9	6071,3	6290,0	6511,6	6736,1	6963,5
10	7193,7	7426,7	7662,6	7901,2	8142,6
11	8386,7	8633,6	8883,1	9135,4	9390,3
12	9647,8	9908,0	10170,8	10436,2	10704,2
13	10974,8	11247,9	11523,5	11801,7	12082,3
14	12365,5	12651,1	12939,2	13229,8	13522,8
15	13818,2	14116,0	14416,2	14718,9	15023,8
16	15331,2	15640,9	15953,0	16267,3	16584,0
17	16903,0	17224,3	17547,9	17873,8	18201,9
18	18532,3	18864,9	19199,8	19536,9	19876,2
19	20217,8	20561,5	20976,9	21255,5	21605,8
20	21958,2	22312,8	22669,6	23028,4	23389,5
21	23752,6	24117,8	24485,2	24854,7	25226,2
22	25599,9	25975,6	26353,4	26733,2	27115,1

**QUADRO 9:**

Peso total da copa de *Pinus oocarpa* segundo a equação

$$\text{Log } P = 2,054712709 + 1,77965996 \text{ Log DAP}$$

$$\text{Fc} = 1,0236025$$

DAP (cm)	.00	.20	.40	.60	.80
	Peso seco (gramas)				
4	1368,7	1492,8	1621,7	1755,2	1893,3
5	2036,0	2183,2	2334,8	2490,9	2651,5
6	2816,4	2985,6	3159,7	3337,0	3519,1
7	3705,4	3895,9	4090,5	4289,4	4492,3
8	4699,3	4910,5	5125,6	5344,8	5568,0
9	5795,2	6026,4	6261,5	6500,6	6743,6
10	6990,4	7241,2	7495,8	7754,2	8016,5
11	8282,6	8552,5	8826,2	9103,7	9384,9
12	9669,8	9958,5	10250,9	10547,0	10846,8
13	11150,2	11457,4	11768,1	12082,5	12400,6
14	12722,2	13047,4	13376,3	13708,7	14044,7
15	14334,2	14727,3	15073,9	15424,1	15777,8
16	16135,0	16495,6	16859,8	17227,5	17598,6
17	17973,2	18351,2	18732,7	19117,6	19505,9
18	19897,7	20292,8	20691,4	21093,3	21498,7
19	21907,4	22319,5	22734,9	23153,7	23575,8
20	24001,3	24430,1	24862,2	25297,7	25736,4

**QUADRO 10:**

Peso total da copa de ambas as espécies segundo a equação

$$\text{Log } P = 2,1414502 + 1,6978003 \text{ Log DAP}$$

$$\text{Fc} = 1,0092181$$

DAP (cm)	.00	.20	.40	.60	.80
	Peso seco (gramas)				
4	1485,6	1613,9	1746,5	1883,4	2024,6
5	2169,8	2319,3	2472,7	2630,2	2791,7
6	2957,1	3126,3	3299,5	3476,5	3657,2
7	3841,7	4029,9	4221,8	4417,4	4616,5
8	4819,3	5025,6	5235,5	5448,9	5665,8
9	5886,1	6109,9	6337,2	6567,8	6801,8
10	7039,1	7279,8	7523,8	7771,1	8021,7
11	8275,5	8532,6	8792,9	9056,4	9323,1
12	9592,9	9866,0	10142,1	10421,1	10703,8
13	10989,3	11277,9	11569,5	11864,2	12162,0
14	12464,7	12766,5	13073,3	13383,1	13703,7
15	14011,5	14330,2	14651,8	14976,3	15303,7
16	15634,1	15967,3	16303,5	16642,4	16984,3
17	17329,0	17676,6	18026,9	18380,2	18736,2
18	19095,0	19456,6	19821,0	20188,2	20558,1
19	20930,8	21306,2	21684,4	22065,3	22448,9
20	22835,3	23224,3	23616,1	24010,5	24407,6
21	24807,4	25209,9	25615,0	26022,8	26433,2
22	26846,2	27261,9	27680,2	28101,1	28524,6

**7. LITERATURA CITADA**

- BROWN, J.K. 1963. Estimating crown fuel weights of red pine and jack pine. U.S.A., US.D.A. For. Serv. 12 p. (Research Paper, LS-20).
- HEINSDIJK, D. et. al. 1965. Plantações de eucaliptos no Brasil. Rio de Janeiro, Min. da Agricultura — Deptº de Recursos Naturais Renováveis. 69 p.
- KILL, A.D. 1967. Fuel weight tables for withe spruce and hodgepole pine in Alberta. Ottawa, Minister of Forestry and Rural Development. 13 p.
- MURARO, S.J. 1966. Lodgepole pine logging slash. Ottawa, Department of Forestry Publication. 14 p.
- SANDO, R.W.H. & WICK, C.H. 1972. A method of evaluating crow fuel in forest stands. U.S.A. — North Centr. For. Exp. Stn. St. Paul. USDA — For. Serv. 10 p. (Research Paper, NC-84).
- SCHNEIDER, P.R. 1978. Modelos de equação e tabelas para avaliar o peso de casca de acacia negra, acacia mearnsii de Wild. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 148 p. (Tese de M. Sc.).
- WADE, D.D. Estimating slash quantity from standing Loblolly Pine. U.S. Forest Service Res. Pap. INT-197, Note SE — 125,1969. 56 p.
- WENDEL, G.W. 1960. Fuel weights of Pond Pine crowns. Rec. Note Stheast For. Expt. Sta. Nº 149, 2p.
- WOODARD, P.M. 1971. Predicting crown slash weights in Douglas — fir. Washington, University of Washington. 94 p. (Tese de M. Sc.).
- ZAVITKOVSKI, J. 1971. Dry weight and leaf area for aspen tree in Northern Wisconsin. In: IUFRO CONGRESS FOREST BIOMASS STUDIES. Gainesville. p. 192-206.