

UTILIZAÇÃO DE FUNÇÕES DE FORMA DE TRONCO NO SOFTWARE SisPinus,  
PARA GERAÇÃO DE TABELAS DE SORTIMENTO DE MADEIRA PARA  
LAMINAÇÃO E SERRARIA.

Edilson Batista de Oliveira \*

Yeda Maria Malheiros de Oliveira\*\*

RESUMO

Foi apresentada uma rotina, recém introduzida no software SisPinus, que possibilita a obtenção de tabelas de sortimento de madeira para laminação e serraria. Estas tabelas são geradas através da utilização de funções de forma de tronco, sendo possível ao usuário trabalhar com os modelos que desejar, bem como indicar as dimensões de toras para cada finalidade. Foi apresentado um exemplo numérico e também discutidos alguns aspectos relativos às vantagens da utilização destas tabelas no planejamento da produção de *Pinus elliottii* Engel e *Pinus taeda* L.

Palavras-chave: Simulação, desbaste, volume, *P.taeda*, *P.elliottii*.

USE OF TAPPER FUNCTIONS IN THE SisPinus SOFTWARE TO GENERATE YIELD  
TABLES BY PLYWOOD AND SAWMILLING ASSORTMENTS

ABSTRACT

This paper presents a routine added to SisPinus software, which yields plywood and sawnwood assortment tables. These tables are generated with the use of taper functions. The user can work with any mathematical model as well as indicate dimension of logs for each assortment. The advantages of using such tool in the planning of *Pinus elliottii* Engel e *Pinus taeda* L production were discussed. A numeric example was presented.

Key-words: Simulation, thinning, volume, *P.taeda*, *P.elliottii*.

---

\* Eng. Agrônomo, M. Sc., CREA nº 1211-D, AC. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. CP. 319. CEP 83405-970, Colombo-PR

\*\* Eng. Florestal, M. Sc., CREA nº 6932-D, PR. EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. CP. 319. CEP 8.4.5 970, Colombo-PR

## 1. O SOFTWARE SisPinus.

O software SisPinus - Sistema de Simulação do Crescimento e Produção de Plantios de *Pinus elliottii* Engel e *Pinus taeda* L - vem sendo utilizado desde 1989 por diversas empresas que cultivam estas espécies no Brasil.

O SisPinus gera tabelas de crescimento e produção, para qualquer idade do povoamento, a partir de informações sobre o povoamento em idade jovem. O sistema se constitui numa ferramenta de grande importância ao técnico, para a determinação de épocas e intensidades ideais para desbastes, idade ideal para o corte final do povoamento e verificação da produção a cada ano.

O sistema fornece, também, tabelas com volume total por classes de diâmetro para árvores removidas nos desbastes e no corte final.

Detalhes sobre o desenvolvimento do software, sua base matemática, seu funcionamento e exemplos de sua utilização são apresentados por OLIVEIRA et alii (1989) e OLIVEIRA & OLIVEIRA (1991).

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia recém incorporada ao SisPinus, que permite, através do uso de funções de forma de tronco, a obtenção de tabelas de sortimento de madeira para laminação e serraria.

## 2. FUNÇÕES DE FORMA DO TRONCO.

Uma função de forma é uma descrição matemática do perfil longitudinal de um tronco. Assumindo-se que a secção transversal seja circular em qualquer ponto ao longo do tronco, o seu volume pode ser obtido por integração daquela função (AHRENS, 1982).

As funções de forma possibilitam a obtenção de estimativas de volume de partes do tronco, de acordo com limitações de comprimento e diâmetro de toras, em função das finalidades de produção. Assim, para um mesmo povoamento pode-se calcular, separadamente, o volume para laminação, serraria e celulose ou polpa.

Tomando-se por base o modelo apresentado por PRODAN (1965) para expressão da forma de um tronco:

$$d_j/d_{0.1} = b_0 + b_1(h_j/h) + b_2(h_j/h)^2 + b_3(h_j/h)^3 + b_4(h_j/h)^4 + b_5(h_j/h)^5$$

onde:

$d_j$  é o diâmetro do tronco na altura  $h_j$ ,

$d_{0.1}$  é o diâmetro do tronco medido a 1/10 da altura total ( $h$ ).

O volume total do tronco de uma árvore com altura total  $h$  pode ser estimado por integração da expressão (1), considerando se como limites da integral os valores  $\emptyset$  (referente ao ápice do tronco) e o valor  $h$  (referente à altura total), conforme a expressão (2).

$$V_{total} = [(d_{0.1})^2 \cdot \pi / 4] \int_0^{h_i} [b_0 + b_1(h_j/h) + \dots + b_5(h_j/h)^5]^2 dh_j \quad (2)$$

Os volumes de segmentos do tronco podem ser estimados por procedimento semelhante, considerando-se como limites da integral os valores referentes às alturas medidas na base inferior e na base superior do respectivo segmento.

### 3. INTRODUÇÃO DE FUNÇÕES DE FORMA NO SisPinus.

Na TABELA 1 (a, b e c) é apresentado um exemplo simplificado de aplicação do SisPinus, com uma saída com dados de prognose de crescimento e produção e outra saída com dados de produção por classe diamétrica, resultantes de uma simulação para um povoamento de *Pinus taeda* L. com índice de sítio de 20 metros, 2500 árvores plantadas, sem desbastes e com corte final aos 21 anos.

TABELA 1. Tabela de crescimento e produção (1a) e tabelas de produção por classes de diâmetro para *Pinus taeda* referentes ao desbaste aos 9 anos (1b) e ao corte final aos 20 anos (1c).

(a). TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO (*Pinus taeda*)

INDICE DE SÍTIO (IDADE INDICE 15) 21.0 m		DENSIDADE (ÁRVORES/HA) 2000	PORCENTAGEM de SOBREVIVÊNCIA 100		SOBREV. INICIAL (ÁRVORES/HA) 2000			
IDADE anos	ALT. DOM. m	N/HA	DIAM MED cm	ALT MED m	ÁREA BASAL m <sup>2</sup>	VOLUME TOTAL m <sup>3</sup> (c/c)	IMA	ICA
2	2.6	2000	2.3	2.1	0.8	2.3	1.2	1.2
4	6.2	2000	7.5	5.3	8.9	28.0	7.0	12.8
6	9.6	1998	11.5	8.2	20.9	86.8	14.5	29.4
8	12.5	1991	14.5	10.8	33.0	168.7	21.1	40.9
9	13.9	1984	15.8	11.9	38.7	215.2	23.9	46.5
DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 1 EM CADA 3 LINHAS E, EM SEGUIDA, DESBASTE PELA REMOÇÃO DE 123 "ÁRVORES								
		1202	16.3	12.1	25.0	139.9	REMOVIDO = 75.2	
10	15.3	1199	17.8	13.2	29.7	177.7	25.3	37.5
12	17.7	1191	19.9	15.3	37.2	251.6	27.2	36.9
14	20.0	1178	21.8	17.2	44.0	329.1	28.9	38.8
16	22.1	1158	23.4	19.0	49.8	406.7	30.1	38.8
18	24.0	1132	24.8	20.7	54.7	481.4	30.9	37.3
20	25.8	1100	26.0	22.3	58.6	550.7	31.3	34.7

(b). TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NA IDADE 9.

DIÂMETRO LIM. de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m <sup>3</sup> (c/c)
4.0 - 5.9	10	9.3	0.1
6.0 - 7.9	62	10.2	1.5
8.0 - 9.9	88	10.6	3.2
10.0 - 11.9	93	11.0	4.8
12.0 - 13.9	110	11.4	7.9
14.0 - 15.9	119	11.8	11.3
16.0 - 17.9	117	12.2	14.8
18.0 - 19.9	99	12.6	15.8
20.0 - 21.9	64	13.0	12.7
22.0 - 23.9	20	13.6	4.8
TOTALS		782	76.8

(c) TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NA IDADE 20.

DIÂMETRO LIM. de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m <sup>3</sup> (c\c)
12.6 - 13.9	4	18.1	0.5
14.0 - 15.9	38	19.3	5.9
16.0 - 17.9	74	20.1	14.9
18.0 - 19.9	99	20.7	24.9
20.0 - 21.9	115	21.2	35.7
22.0 - 23.9	124	21.7	46.7
24.0 - 25.9	128	22.2	59.2
26.0 - 27.9	128	22.7	69.6
28.0 - 29.9	123	23.2	77.9
30.0 - 31.9	111	23.7	81.7
32.0 - 33.9	90	24.3	76.5
34.0 - 35.9	55	25.2	54.7
36.0 - 37.9	12	26.6	13.4
TOTAIS	1101		561.6

Para atender às diferentes finalidades industriais, torna-se necessária a separação do volume total de madeira em volumes parciais, calculados especificamente para segmentos dos troncos com dimensões adequadas a cada finalidade. Assim, por exemplo, para laminação pode se desejar toras com comprimento 3.0 metros e com diâmetro da menor extremidade de, pelo menos, 25 centímetros. Para serraria a exigência pode ser de toras também com 3.0 metros, mas diâmetros de no mínimo 15 centímetros. O volume restante, de valor financeiro bastante inferior, pode ser destinado à produção de celulose, polpa ou energia. Isto possibilita o planejamento da produção em função da demanda de mercado ou da própria empresa.

Para a obtenção de tabelas de sortimento que discriminem os volumes de madeira para cada finalidade, foi introduzida no SisPinus uma nova rotina, que possibilita o fornecimento de tabelas semelhantes à TABELA 2 (a e b), sendo esta referente a um povoamento com as mesmas especificações do exemplo utilizado para a TABELA 1. A tabela de crescimento e produção não sofre alterações em relação à TABELA 1a, cujas estimativas de volume haviam sido obtidas com a utilização da função de forma do tronco utilizada para a TABELA 2.

TABELA 2. Tabelas de produção por classes de diâmetro para *Pinus taeda* referentes ao desbaste aos 9 anos (a) e ao corte final aos 20 anos (b).

(a) TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NA IDADE 9.

DIÂMETRO LIM. de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m <sup>3</sup> (c\c)	VOLUME LAMINAÇÃO	VOLUME SERRARIA	VOLUME RESTANTE
4.0 - 5.9	10	9.3	0.1	0.0	0.0	0.1
6.0 - 7.9	62	10.2	1.5	0.0	0.0	1.5
8.0 - 9.9	88	10.6	3.2	0.0	0.0	3.2
10.0 - 11.9	93	11.0	4.8	0.0	0.0	4.8
12.0 - 13.9	110	11.4	7.9	0.0	0.0	7.9
14.0 - 15.9	119	11.8	11.3	0.0	0.0	11.3
16.0 - 17.9	117	12.2	14.8	0.0	7.4	7.4
18.0 - 19.9	99	12.6	15.8	0.0	7.7	8.1
20.0 - 21.9	64	13.0	12.7	0.0	6.0	6.7
22.0 - 23.9	20	13.6	4.8	0.0	3.7	1.1
TOTAIS		782	76.8	0.0	24.7	52.1

(b) TABELA DE FREQUÊNCIA PARA ÁRVORES REMOVIDAS NA IDADE 20.

DIÂMETRO LIM. de CLASSE	N/Ha	ALT MED	VOLUME m <sup>3</sup> (c\c)	VOLUME LAMINAÇÃO	VOLUME SERRARIA	VOLUME RESTANTE
12.6 - 13.9	4	18.1	0.5	0.0	0.0	0.5
14.0 - 15.9	38	19.3	5.9	0.0	0.0	5.9
16.0 - 17.9	74	20.1	14.9	0.0	4.9	10.0
18.0 - 19.9	99	20.7	24.9	0.0	14.2	10.7
20.0 - 21.9	115	21.2	35.7	0.0	26.9	8.7
22.0 - 23.9	124	21.7	46.7	0.0	34.7	12.0
24.0 - 25.9	128	22.2	59.2	0.0	43.4	15.8
26.0 - 27.9	128	22.7	69.6	20.5	39.7	9.5
28.0 - 29.9	123	23.2	77.9	22.5	44.1	11.4
30.0 - 31.9	111	23.7	81.7	41.7	27.2	12.8
32.0 - 33.9	90	24.3	76.5	38.3	32.7	5.6
34.0 - 35.9	55	25.2	54.7	36.6	13.4	4.7
36.0 - 37.9	12	26.6	13.4	8.6	3.3	1.4
TOTAIS	1101		561.6	168.1	284.4	109.0

O sistema tem incorporada uma função de forma do tronco, bem como dimensões exigidas para toras com diferentes finalidades de utilização.

A introdução de novas funções de forma e a indicação de outras dimensões de toras podem ser solicitadas no menu principal do sistema. Assim, o usuário poderá utilizar as funções de forma e as dimensões de toras que desejar. A tela apresentada pelo SisPinus para a execução deste procedimento é semelhante à FIGURA 1.

FIGURA 1. Informações solicitadas pelo SisPinus para geração de tabelas de sortimento de madeira para diferentes finalidades.

FUNÇÃO DE FORMA:.....		
DIMENSÕES DE TORA	LAMINAÇÃO	SERRARIA
Comprimento	...m	...m
Diâmetro mínimo	...cm	...cm
INTEGRAL DA (F.FORMA) <sup>2</sup> .....		

A função de forma a ser utilizada deverá conter a variável DAP em seu primeiro termo. Tomando-se como exemplo o modelo (1), em que o termo dependente ( $d_i/d_{0.1}$ ) tem como denominador o Diâmetro a 10% da Altura Total, esse diâmetro ( $d_{0.1}$ ) deverá ser substituído por uma equação que o estime através do DAP. ( ex:  $D_{0.1} = b_0 + b_1 \cdot \text{DAP}$ ).

Sabe-se que a forma do tronco de pinus tende a tornar-se cada vez mais cilíndrica com o avanço da idade do povoamento. Assim, a mesma função pode não fornecer estimativas precisas para diferentes idades. Neste caso, o usuário deverá considerar mais do que uma função de forma, para que se evite extrapolações para idades diferentes daquelas utilizadas no cálculo de determinada função.

## 4. LITERATURA CITADA.

- AHRENS, S. Funções de forma: Sua conceituação e utilidade. In: *Seminário sobre Atualidades e Perspectivas Florestais, 5., O uso de funções de forma de tronco em estudo de Volumetria de Espécies Florestais*. Curitiba, 1982. Anais...Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 1982. p. 7-14.
- OLIVEIRA, E.B. & OLIVEIRA, Y.M.M. SisPinus - Desenvolvimento e perspectivas. In: *Encontro Brasileiro de Planejamento e Economia Florestal, 2., Curitiba, 1991. Anais...Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 1991. (No prelo).*
- OLIVEIRA, Y.M.M., OLIVEIRA, E.B. & HAFLEY, W.L. SisPinus - Simulador de crescimento e produção de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* no sul do Brasil. In: *Encontro Brasileiro de Planejamento Florestal, 1., Curitiba, 1989. Anais...Curitiba, EMBRAPA/CNPF. 1989. p. 107-18.*
- PRODAN, M. *Holzmesslehre*. Sauerlanger s Verlag Frankfurt am Main. 1965. 644 p.