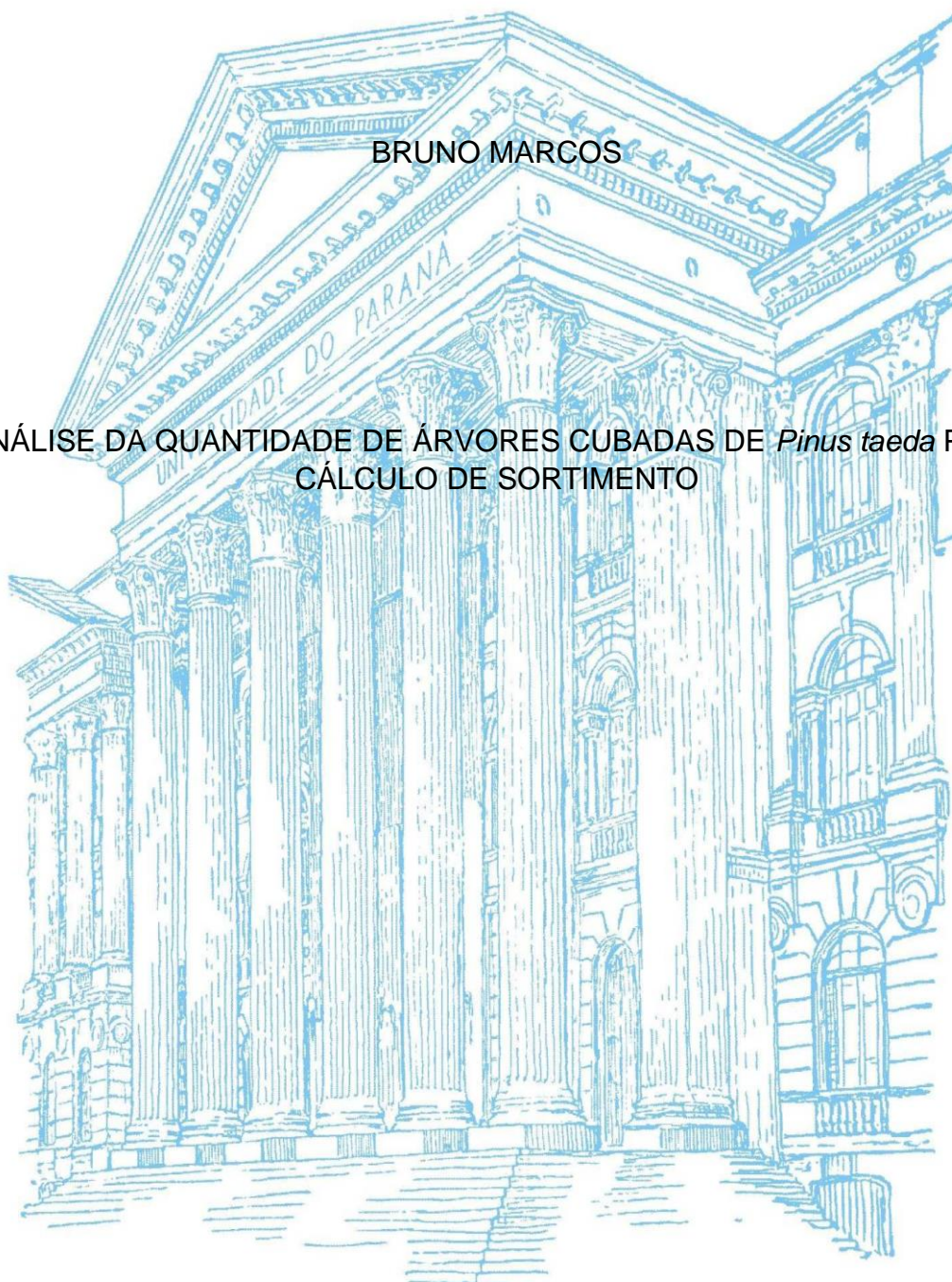


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO MARGOS

ANÁLISE DA QUANTIDADE DE ÁRVORES CUBADAS DE *Pinus taeda* PARA
CÁLCULO DE SORTIMENTO



CURITIBA
2017

BRUNO MARCOS

ANÁLISE DA QUANTIDADE DE ÁRVORES CUBADAS DE *Pinus taeda* PARA
CÁLCULO DE SORTIMENTO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Manejo Florestal de Precisão, do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista.

Orientador (a): Prof.Dr. Carlos Roberto Sanquetta.

CURITIBA
2017

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	5
2.MATERIAIS E MÉTODOS	6
2.1 Dados.....	6
2.2 Cálculo dos Volumes.....	6
2.3 Tratamentos Experimentais.....	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
4. CONCLUSÕES	14
REFERÊNCIAS	14

ANÁLISE DA QUANTIDADE DE ÁRVORES CUBADAS DE *Pinus taeda* PARA
CÁLCULO DE SORTIMENTO

Bruno Marcos¹

Carlos Roberto Sanquetta²

Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil

brunomarcos2@yahoo.com.br¹, carlos_sanquetta@hotmail.com²

RESUMO

O estudo foi realizado com o intuito de analisar a quantidade de árvores cubadas de *Pinus taeda* L. para cálculo de sortimento no sentido de verificar se há diferença na quantificação de volume em função da quantidade de árvores cubadas. Foram realizados ajustes em funções de afilamento com o polinômio de 5º grau em 138 árvores em diferentes tratamentos com diferentes intensidades amostrais, sendo que os tratamentos foram realizados através da distribuição normal por classe e distribuição uniforme por classe, ambas com intensidade amostral de 50,75 e 100 árvores. Conclui-se que existe diferença na quantificação de volume em função da quantidade de árvores cubadas, utilizando um número reduzido de árvores cubadas o resultado do trabalho não é satisfatório, entretanto, utilizando um número elevado de árvores cubadas pode-se chegar à melhores resultados.

Palavras-chave: volume, função de afilamento, polinômio do 5º grau.

ABSTRACT

The study was carried out with the purpose of analyzing the number of trees in *Pinus taeda* L. for assortment calculation in order to verify if there is difference in volume quantification as a function of the number of cubed trees. Adjustments were made in grading functions with the 5th degree polynomial in 138 trees in different treatments with different sample intensities, being that the treatments were realized through the normal distribution by class and uniform distribution by class, both with sample intensity of 50, 75 and 100 trees. It is concluded that there is a difference in volume quantification as a function of the number of cubed trees, using a small number of cubed trees the result of the work is not satisfactory, however, using a large number of cubed trees can achieve better results but is not always feasible.

Keywords: volume, taper function, 5th degree polynomial.

1.INTRODUÇÃO

Para obter informações de uma floresta é necessário realizar um inventário florestal na área. Das várias finalidades de inventários florestais a principal delas é buscar estimativas de volume comercial (SANQUETA et al., 2014).

Os volumes das árvores podem ser estimados por meio de relações previamente estabelecidas e com dimensões facilmente mensuráveis. Diâmetro, altura e forma são as variáveis independentes mais utilizadas para estimar o volume de madeira (HUSCH et al. 1972).

Um importante instrumento para obtenção de informações de volume para multiprodutos é o uso de funções de afilamento, é uma ferramenta um pouco mais complexa do que equações de volume, entretanto oferecem uma maior quantidade de informações sobre as árvores, com ela é possível encontrar qualquer volume desejado (volume total, comercial ou de partes do tronco) para uma árvore (FERREIRA, 1999).

Para SANQUETTA et al 2014 p. 277,

As funções de afilamento são equações que permitem representar o perfil longitudinal do fuste das árvores. Sua importância está na possibilidade de conhecer o diâmetro do fuste (d_i) em uma determinada altura (h_i) e também o volume das seções ao longo do fuste. Essa possibilidade nos permite conhecer o sortimento das árvores, ou seja, as diferentes utilizações que poderão ser dadas as diferentes partes do fuste. Para os ajustes das funções de afilamento, assume-se que a seção transversal em qualquer ponto do fuste é circular, o que permite considerar o fuste como um sólido de revolução.

Conforme Scolforo (1993), com o uso da função de afilamento é possível quantificar o volume total da árvore, com ou sem casca e quaisquer outros volumes comerciais que se estendem ao longo do fuste, permite também estimar a altura por meio de um diâmetro, ou a partir de qualquer altura pode-se obter o correspondente diâmetro.

Para o uso de equações de volume e funções de afilamento é necessário utilizar algum método de cubagem para determinar o volume das árvores amostra, geralmente é necessário o abatimento das árvores que são previamente definidas e a medição de vários diâmetros ao longo do fuste.

Segundo CABACINHA, 2003 *apud* Leal et al. (2015), não há consenso entre o número ideal de árvores para cubagem.

Já para Scolforo e Thiersch (2004), *apud* Leal et al.(2015), empiricamente sugerem número mínimo de árvores a serem cubadas de acordo com a amplitude das classes de diâmetro.

Guimarães e Leite (1996), *apud* Kohler (2017), afirmam que nenhuma atenção tem sido dada à estimativa do número mínimo de árvores a ser empregado na determinação das equações de volume. A falta de estudos neste sentido tem conduzido à utilização de um número muito variável de árvores para este propósito. Um estudo realizado pelos mesmos autores com *Eucalyptus grandis* no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais, concluíram que equações de volume ajustadas a partir de 150 árvores forneceram estimativas volumétricas similares às obtidas pelo emprego da equação resultante da cubagem de 500 árvores.

O trabalho tem por objetivo verificar se há diferença na quantificação de volume através do Polinômio de 5º grau em função da quantidade de árvores cubadas e analisar os volumes por sortimento nos diferentes tratamentos para verificar se existem diferenças.

2.MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Dados

Neste trabalho foram utilizados 138 fustes de árvores da espécie *Pinus taeda* L. cubados rigorosamente pelo método de Smalian. Os indivíduos pertencem a plantios comerciais localizados na região Central do Paraná, com idades variando de 4 a 19 anos. Para cubagem rigorosa todas as árvores foram mensuradas nas seguintes posições: 0,10 metro, 0,70 metro, 1,30 metro, 2,0 metros, 4 metros e assim sucessivamente até a altura total do fuste.

2.2 Cálculo dos Volumes

Os volumes reais totais com casca foram calculados pelo método de Smalian, conforme explanado previamente. Para estimativa dos volumes totais com casca e por finalidades potenciais de uso (sortimentos) foi utilizado o Polinômio de 5º grau,

amplamente utilizado para descrever o perfil de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* na região sul do Brasil (FIGUEIREDO FILHO et al.,1996).

Conforme descrito por Sanquetta et al. (2014), o Polinômio de 5º grau é representado pela função:

(1)

$$\frac{d_i}{d_{1,3}} = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + \beta_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2 + \beta_3 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^3 + \beta_4 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^4 + \beta_5 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^5$$

Onde:

d_i = diâmetro correspondente a uma altura h_i (diâmetro na ponta fina) (cm);

$d_{1,3}$ = d_{ap} – diâmetro a 1,30 m de altura (cm);

h_i = altura em determinado ponto do fuste (m);

h_t = altura total da árvore(m);

β_0, β_1 e β_n = parâmetros do modelo;

Para que o volume de qualquer seção do fuste possa ser estimado por meio do Polinômio de 5º grau é necessário realizar a integração das áreas seccionais (g_i) entre o limite inferior (h_1) e o limite superior (h_2):

(2)

$$v = \int_{h_1}^{h_2} g_i \cdot d_{hi} = \frac{\pi}{40000} \int_{h_1}^{h_2} d_i^2 \cdot d_{hi}$$

A substituição de “a” em “b” gera a função cuja integral é capaz de estimar o volume de qualquer seção ao longo do fuste, bem como o volume total do fuste:

(3)

$$v = \frac{\pi}{40000} d_{1,3}^2 \int_{h_1}^{h_2} \left[\beta_0 + \beta_1 \left(\frac{h_i}{h_t} \right) + \beta_2 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^2 + \beta_3 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^3 + \beta_4 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^4 + \beta_5 \left(\frac{h_i}{h_t} \right)^5 \right]^2 d_{hi}$$

Integrando esse modelo, chega-se à expressão que propicia a obtenção dos volumes correspondentes a qualquer porção da árvore e também ao volume total. Tem-se a seguinte expressão:

(4)

$$v = \frac{\pi}{40000} \cdot dap^2 \left[\begin{aligned} & \frac{1}{11} \left(\frac{\beta_5^2 \cdot hi^{11}}{ht^{10}} \right) + \frac{1}{5} \left(\frac{\beta_4 \cdot \beta_5 \cdot hi^{10}}{ht^9} \right) + \frac{1}{9} \left(\frac{2\beta_5 \cdot \beta_3 + \beta_4^2}{ht^8} + \frac{\beta_4^2}{ht^8} \right) \cdot hi^9 \\ & + \frac{1}{8} \left(\frac{2\beta_3 \cdot \beta_4 + 2\beta_5 \cdot \beta_2}{ht^7} \right) \cdot hi^8 + \frac{1}{7} \left(\frac{2\beta_2 \cdot \beta_4 + 2\beta_5 \cdot \beta_1 + \beta_3^2}{ht^6} \right) \cdot hi^7 \\ & + \frac{1}{6} \left(\frac{2\beta_1 \cdot \beta_4 + 2\beta_3 \cdot \beta_2 + 2\beta_5 \cdot \beta_0}{ht^5} \right) \cdot hi^6 + \frac{1}{5} \left(\frac{\beta_2^2 + 2\beta_4 \cdot \beta_0 + 2\beta_1 \cdot \beta_3}{ht^4} \right) \cdot hi^5 \\ & + \frac{1}{4} \left(\frac{2\beta_3 \cdot \beta_0 + 2\beta_1 \cdot \beta_2}{ht^3} \right) \cdot hi^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{\beta_1^2 + 2\beta_2 \cdot \beta_0}{ht^2} \right) \cdot hi^3 + \frac{\beta_0 \cdot \beta_1 \cdot hi^2}{ht} + \beta_0 \cdot hi \end{aligned} \right]$$

O Polinômio de 5º Grau foi utilizado para estimar os volumes totais empregados no estudo bem como os volumes por sortimento, foram utilizados cinco sortimentos sempre considerando a ponta fina de cada tora. Os sortimentos são: Sortimento 01 com valor de ponta fina >35 cm de diâmetro, Sortimento 02 com valor de ponta fina 25 cm de diâmetro, Sortimento 03 com valor de ponta fina 18 cm de diâmetro, Sortimento 04 com valor de ponta fina 12 cm de diâmetro e Sortimento 05 com valor de ponta fina 07 cm de diâmetro.

Os indicadores coeficiente de determinação (R²) e erro padrão da estimativa relativo (Syx%) foram calculados para avaliar o grau de ajuste do Polinômio de 5º Grau aos dados.

2.3 Tratamentos Experimentais

Foram testados dois tipos de distribuição diamétrica das árvores: distribuição uniforme, com número equitativo de árvores em cada classe de diâmetro, e distribuição normal. Para cada distribuição de frequência foram avaliadas três intensidades amostrais: 50, 75 e 100 árvores cubadas. Cada árvore recebeu uma numeração e o sorteio ao acaso (uniforme e normal) das árvores participantes em cada caso foi com o auxílio do site <http://sorteador.com.br/>.

A testemunha constitui-se das 138 árvores cubadas, cujos volumes totais e por sortimento foram estimados pelo Polinômio do 5º Grau (Tabela 1).

A comparação entre os tratamentos testados foi feita por meio de testes t não pareados, considerando uma probabilidade admissível de 95% na diferenciação entre tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Calculou-se o volume real das árvores através do método de Smalian e o volume estimado através do polinômio de 5º grau para cada tratamento citado.

Árv. No.	Volume real (m³)	Volume estimado (m³)					
		Total	7-12	12-18	18-25	25-35	>35
1	0,0241	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,0222	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3	0,4604	0,4536	0,0000	0,1598	0,1979	0,0621	0,0337
4	0,3386	0,3394	0,0000	0,0000	0,2158	0,0671	0,0565
5	0,0534	0,0242	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0242
6	0,0596	0,0531	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0531
7	0,3896	0,4165	0,0000	0,1707	0,2003	0,0454	0,0000
8	0,0303	0,0162	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0162
9	0,0241	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
10	0,0254	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
11	0,1555	0,1546	0,0000	0,0000	0,0000	0,1056	0,0489
12	0,0619	0,0381	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0381
13	0,1818	0,1703	0,0000	0,0000	0,0000	0,1187	0,0516
14	0,2941	0,3053	0,0000	0,0000	0,2061	0,0632	0,0359
15	0,2475	0,2329	0,0000	0,0000	0,0973	0,1122	0,0233
16	0,2624	0,1969	0,0000	0,0000	0,0823	0,0949	0,0197
17	0,1166	0,1008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0794	0,0213
18	0,1004	0,0778	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0778
19	0,1090	0,0804	0,0000	0,0000	0,0000	0,0377	0,0427
20	0,4466	0,4538	0,0000	0,1614	0,1991	0,0610	0,0323
21	0,8144	0,8219	0,0000	0,5156	0,2004	0,0566	0,0493
22	0,8063	0,8754	0,0000	0,5790	0,2130	0,0544	0,0291
23	0,8905	0,9043	0,0000	0,6013	0,2191	0,0550	0,0290
24	0,3833	0,3634	0,0000	0,0000	0,2197	0,1194	0,0242
25	0,3114	0,3039	0,0000	0,0000	0,1875	0,0602	0,0562
26	0,4615	0,5305	0,0000	0,1735	0,2172	0,1179	0,0219
27	0,1125	0,0976	0,0000	0,0000	0,0000	0,0375	0,0602
28	0,1053	0,0725	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0725
29	0,1927	0,1595	0,0000	0,0000	0,0000	0,1077	0,0518
30	1,2932	1,2799	0,3193	0,7206	0,1045	0,1121	0,0233
31	1,1763	1,1837	0,0000	0,8210	0,2290	0,1097	0,0240
32	0,9512	0,9412	0,0000	0,5402	0,3036	0,0505	0,0469
33	0,5604	0,5119	0,0000	0,1651	0,2072	0,1167	0,0229
34	0,6514	0,5464	0,0000	0,1743	0,2969	0,0492	0,0260
35	0,4834	0,4519	0,0000	0,0000	0,2989	0,1100	0,0431
36	0,0937	0,0726	0,0000	0,0000	0,0000	0,0440	0,0286

37	0,0904	0,0782	0,0000	0,0000	0,0000	0,0380	0,0401
38	0,0760	0,0545	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0545
39	0,1708	0,1520	0,0000	0,0000	0,0000	0,1204	0,0317
40	0,0158	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
41	0,0452	0,0189	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0189
42	0,1528	0,1553	0,0000	0,0000	0,0000	0,1274	0,0279
43	0,2316	0,2094	0,0000	0,0000	0,0895	0,1010	0,0189
44	0,4860	0,5303	0,0000	0,3379	0,1049	0,0612	0,0264
45	1,1463	1,4017	0,3493	0,7885	0,1147	0,1234	0,0258
46	1,1105	1,0138	0,0000	0,6989	0,1971	0,0963	0,0216
47	0,7402	0,6723	0,0000	0,1810	0,3243	0,1214	0,0456
48	1,3242	1,3896	0,3472	0,7829	0,1133	0,1212	0,0251
49	1,2283	1,2278	0,3059	0,6907	0,1005	0,1081	0,0226
50	1,3968	1,3331	0,3317	0,7493	0,1093	0,1179	0,0248
51	1,4741	1,5068	0,6556	0,5951	0,1170	0,1176	0,0215
52	0,8432	0,7676	0,0000	0,3421	0,3085	0,0961	0,0209
53	0,6759	0,6376	0,0000	0,1685	0,3033	0,1183	0,0475
54	0,3635	0,3399	0,0000	0,0000	0,1984	0,1144	0,0271
55	0,1260	0,0973	0,0000	0,0000	0,0000	0,0443	0,0530
56	0,3409	0,3350	0,0000	0,0000	0,1994	0,1114	0,0242
57	0,0204	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
58	0,0075	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
59	0,0683	0,0459	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0459
60	0,1936	0,1926	0,0000	0,0000	0,0000	0,1724	0,0202
61	0,1562	0,1471	0,0000	0,0000	0,0000	0,0949	0,0522
62	0,9710	0,8986	0,0000	0,6113	0,2132	0,0496	0,0246
63	0,9685	0,9719	0,0000	0,6940	0,1829	0,0500	0,0449
64	0,9816	0,8759	0,0000	0,5174	0,2155	0,1162	0,0269
65	1,2903	1,3899	0,3393	0,7721	0,1981	0,0509	0,0295
66	1,4866	1,5711	0,3611	0,9726	0,1013	0,1113	0,0247
67	1,2936	1,3026	0,3221	0,7294	0,1079	0,1180	0,0253
68	1,1556	1,1929	0,0000	0,8142	0,2336	0,1178	0,0273
69	1,2626	1,2758	0,2980	0,6857	0,1897	0,0525	0,0499
70	1,4052	1,5536	0,6416	0,5976	0,2229	0,0578	0,0337
71	1,6040	1,4785	0,3449	0,7939	0,2203	0,0986	0,0208
72	1,1191	1,3253	0,3248	0,7381	0,1112	0,1239	0,0274
73	1,3077	1,2708	0,2964	0,6824	0,1893	0,0525	0,0501
74	1,3369	1,4063	0,3430	0,7808	0,2008	0,0517	0,0300
75	0,2276	0,1871	0,0000	0,0000	0,0000	0,1615	0,0256
76	0,4561	0,4450	0,0000	0,0000	0,3189	0,1043	0,0219
77	0,6401	0,6035	0,0000	0,1765	0,3097	0,0609	0,0564
78	0,9949	1,1044	0,2974	0,5328	0,1994	0,0486	0,0262
79	0,8929	0,9616	0,0000	0,7211	0,1035	0,1137	0,0233
80	0,9266	0,8750	0,0000	0,5216	0,2152	0,1128	0,0254
81	0,0523	0,0475	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0475
82	0,2939	0,2848	0,0000	0,0000	0,1722	0,0936	0,0190
83	0,4215	0,4200	0,0000	0,0000	0,3357	0,0556	0,0287
84	0,2624	0,0652	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0652
85	0,2341	0,2462	0,0000	0,0000	0,0880	0,1084	0,0499
86	0,2865	0,2718	0,0000	0,0000	0,1901	0,0545	0,0272
87	0,0505	0,0299	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0299
88	0,3084	0,3065	0,0000	0,0000	0,0946	0,1642	0,0477
89	0,6604	0,5767	0,0000	0,1742	0,3015	0,0548	0,0462

90	0,0829	0,0815	0,0000	0,0000	0,0000	0,0394	0,0421
91	0,1041	0,0917	0,0000	0,0000	0,0000	0,0440	0,0477
92	0,1339	0,1305	0,0000	0,0000	0,0000	0,1040	0,0265
93	0,3217	0,3064	0,0000	0,0000	0,2094	0,0628	0,0342
94	0,0086	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
95	0,0169	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
96	0,3781	0,3348	0,0000	0,0000	0,1714	0,1085	0,0550
97	0,7164	0,7118	0,0000	0,3393	0,2952	0,0492	0,0281
98	0,8656	0,7796	0,0000	0,5077	0,1919	0,0515	0,0286
99	0,3157	0,3105	0,0000	0,0000	0,0854	0,1874	0,0376
100	0,7920	0,6414	0,0000	0,1643	0,3694	0,0525	0,0552
101	0,5616	0,4999	0,0000	0,0000	0,3885	0,0902	0,0211
102	0,4592	0,4364	0,0000	0,0000	0,2781	0,1089	0,0494
103	0,1490	0,1460	0,0000	0,0000	0,0000	0,1236	0,0224
104	0,0087	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
105	0,0166	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
106	0,0086	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
107	0,0243	0,0136	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0136
108	0,2475	0,2711	0,0000	0,0000	0,1947	0,0527	0,0238
109	0,0554	0,0440	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0440
110	0,0985	0,0748	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0748
111	0,1110	0,0876	0,0000	0,0000	0,0000	0,0413	0,0463
112	0,1410	0,1175	0,0000	0,0000	0,0000	0,0928	0,0247
113	0,0099	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
114	0,0399	0,0197	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0197
115	0,2354	0,2481	0,0000	0,0000	0,1706	0,0506	0,0269
116	0,2352	0,2348	0,0000	0,0000	0,0971	0,1130	0,0247
117	0,1734	0,1703	0,0000	0,0000	0,0000	0,1503	0,0200
118	0,1074	0,1107	0,0000	0,0000	0,0000	0,0889	0,0218
119	0,1799	0,1705	0,0000	0,0000	0,0000	0,1353	0,0352
120	0,0609	0,0565	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0565
121	0,4095	0,3751	0,0000	0,0000	0,2566	0,0944	0,0241
122	0,3549	0,3961	0,0000	0,0000	0,2790	0,0956	0,0216
123	0,5392	0,5068	0,0000	0,0000	0,3978	0,0540	0,0550
124	0,6375	0,6603	0,0000	0,1783	0,3192	0,1187	0,0441
125	0,7624	0,7967	0,0000	0,5241	0,1947	0,0505	0,0274
126	0,0768	0,0594	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0594
127	0,4757	0,5744	0,0000	0,1542	0,2765	0,1041	0,0395
128	0,9047	0,8479	0,0000	0,5319	0,2067	0,0584	0,0509
129	1,3442	1,4901	0,6758	0,6020	0,1098	0,0664	0,0361
130	0,0859	0,0689	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0689
131	0,2610	0,2298	0,0000	0,0000	0,0000	0,1912	0,0386
132	0,6491	0,6644	0,0000	0,3199	0,2058	0,1140	0,0247
133	1,1607	1,1704	0,3143	0,5635	0,2122	0,0521	0,0283
134	0,8386	0,8697	0,0000	0,5272	0,2136	0,1063	0,0226
135	0,1998	0,1921	0,0000	0,0000	0,0000	0,1698	0,0223
136	0,3316	0,3247	0,0000	0,0000	0,1983	0,1059	0,0205
137	0,6170	0,6579	0,0000	0,3716	0,2134	0,0500	0,0229
138	0,2616	0,2619	0,0000	0,0000	0,0956	0,1167	0,0495
Total	64,6357	63,7119	6,8676	26,4169	16,5227	9,5325	4,3720

TABELA 1. Árvores utilizadas no estudo.

Pode-se observar na tabela acima as 138 árvores utilizadas no estudo, o volume total calculado através do método de Smalian foi de 64,6357 m³, já para o volume total estimado por meio do Polinômio de 5º Grau chegou ao valor de 63,7119 m³.

TRATAMENTO TESTEMUNHA	R ²	Syx %
138 Árvores - Testemunha	0,9465	17,1166

TABELA 2. Resumo da estatística.

O valor de coeficiente de determinação (R²) mostra o quanto à relação entre as variáveis (Y) e (X) é explicada pela equação ajustada, seu valor varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1 mais precisa e melhor é a equação ajustada, já para o Erro padrão da estimativa relativo (Syx%) mostra o erro médio cometido quando a equação ajustada é usada para obter uma estimativa, quanto menor melhor é a equação ajustada (SANQUETA et al., 2014).

Distribuição	Intensidade Amostral	Vol. Total	Probabilidades				
			7-12 (Sort.5)	12-18 (Sort.4)	18-25 (Sort.3)	25-35 (Sort.2)	>35 (Sort.1)
Uniforme	50	26,1657	0,5377	0,5832	0,9953*	0,8856	0,9412
	75	38,9278	0,9208	0,8584	0,5437	0,8023	0,8655
	100	49,2020	0,6624	0,9509*	0,8467	0,6994	0,8842
Normal	50	23,2409	0,9304	0,9338	0,7795	0,5091	0,4063
	75	34,7625	0,9916*	0,8067	0,6252	0,9918*	0,9374
	100	47,2709	0,9772*	0,9744*	0,9685*	0,9119	0,8562

TABELA 3. Resultados obtidos através do teste t não pareado comparando cada tratamento com o tratamento testemunha.

Com os resultados obtidos através do teste t não pareado comparando os valores do tratamento testemunha com os valores de cada tratamento considerando uma probabilidade admissível de 95% na diferenciação entre tratamentos, pode-se observar que para o tratamento realizado através da distribuição uniforme todos os valores obtidos apresentaram diferença significativa quando comparado com o tratamento testemunha, exceto o sortimento 03 quando utilizado com 50 árvores e o sortimento 04 quando utilizado 100 árvores, já para o tratamento realizado através da distribuição normal pode-se observar que no tratamento utilizando 50 árvores, todos os resultados apresentaram diferença significativa quando comparado com o tratamento testemunha, no tratamento utilizando 75 árvores os sortimentos que não

apresentaram diferença significativa quando comparado com o tratamento testemunha foram os sortimentos 02 e 05. Destaca-se o tratamento realizado com 100 árvores, que não apresentou diferença significativa nos valores quando comparado como tratamento testemunha nos sortimentos 03,04 e 05, apresentando diferença significativa nos sortimentos 01 e 02. O sortimento 01 apresentou diferença significativa em todos os tratamentos, o sortimento 02 quando trabalhado pela distribuição normal com 75 árvores, não apresentou diferença significativa quando comparado com o tratamento testemunha.

Distribuição	Intensidade Amostral	Vol. Total	Intensidade Amostral Ideal				
			7-12 (Sort.5)	12-18 (Sort.4)	18-25 (Sort.3)	25-35 (Sort.2)	>35 (Sort.1)
Uniforme	50	26,1657	133	191	398	746	1899
	75	38,9278	136	217	358	699	2205
	100	49,2020	129	227	380	791	2201
Normal	50	23,2409	108	172	330	848	2856
	75	34,7625	115	197	370	928	2850
	100	47,2709	106	210	372	848	3593

TABELA 4. Intensidade amostral ideal para cada tratamento em cada sortimento.

Pode-se observar na tabela acima a intensidade amostral ideal para cada sortimento nos diferentes tratamentos, em todos os sortimentos é necessário utilizar um numero maior de árvores para atender a um nível de significância de 0,05.

Distribuição	Intensidade Amostral	Vol. Total	Erro De Amostragem (%)				
			7-12 (Sort.5)	12-18 (Sort.4)	18-25 (Sort.3)	25-35 (Sort.2)	>35 (Sort.1)
Uniforme	50	26,1657	16,3305	19,5391	28,2252	38,6240	61,6310
	75	38,9278	13,4710	17,0257	21,8459	30,5257	54,2159
	100	49,2020	11,3574	15,0683	19,4865	28,1200	46,9124
Normal	50	23,2409	14,6693	18,5739	25,6712	41,1936	75,5733
	75	34,7625	12,3565	16,1913	22,2004	35,1695	61,6467
	100	47,2709	10,3043	14,4888	19,2949	29,1241	59,9457

TABELA 5. Erros de amostragem (%) para cada tratamento nos diferentes sortimentos.

Pode-se observar na tabela acima o Erro de Amostragem obtido para cada sortimento nos diferentes tratamentos, em todos os sortimentos foi obtido valores acima de 10% de erro.

4. CONCLUSÕES

Analisando-se os volumes de cada sortimento obtidos para verificar se há diferença na quantificação do volume utilizando o Polinômio de 5º grau em função da quantidade de árvores estudadas, conclui-se que houve diferença nos resultados em função do número e distribuição das árvores cubadas.

O tratamento que apresentou melhores resultados quando comparado com o tratamento testemunha, foi o tratamento utilizando a distribuição normal com 100 árvores. Contudo, para os sortimentos 01 e 02 existiram diferenças significativas entre os valores quando comparados com o tratamento testemunha. Os tratamentos que determinaram piores resultados, quando comparados com os do tratamento testemunha, foram os tratamentos realizados por meio da distribuição normal com 50 árvores e distribuição uniforme com utilizado 75 árvores.

Para os dados estudados, pode-se verificar que quando se utiliza um número reduzido de árvores cubadas o resultado do trabalho não é satisfatório, entretanto, utilizando um número elevado de árvores cubadas pode-se chegar à melhores resultados, porém nem sempre é exequível.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, S. O. **Estudo da forma do fuste de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana***. 132 p. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

FIGUEIREDO FILHO, A.; BORDERS, B. E.; HITCH, K. L.. Taper equations for *Pinus taeda* in Southern Brasil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 83, p. 39-46, 1996.

FISCHER, F. **Eficiência dos modelos polinomiais e das razões de volume na estimativa volumétrica dos sortimentos e do perfil do fuste de *Pinus taeda***. 167 p. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FISCHER, F.; SCOLFORO, J.R.S.; ACERBI JR., F.W.; MELLO, J. J. M.; MAESTRI, R. Exatidão dos modelos polinomiais não-segmentados e das razões entre volumes para representar o perfil do tronco de *Pinus taeda*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, p.167-188, 2001.

HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W. **Forest mensuration**. 2.ed. New York: The Ronald Press Co, 1972, 410p.

KOLHER, V.S, **Erros amostrais e não amostrais em inventários de florestas plantadas**.2017. 173p . (Doutorado em Engenharia Florestal) - UFPR Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

LEAL, F. *et al.* Amostragem de árvores de Eucalyptus na cubagem rigorosa para estimativa de modelos volumétricos. **Rev. Bras. Biom.**, São Paulo, v.33, p.91 - 103, 2015.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2006. 316 p.

MONTAGNA, R.G., YAMAZOC, G. Utilização da madeira de pequenas dimensões. **Silvicultura**, São Paulo, v. 2, p. 178-179, 1978.

SANQUETTA, Carlos et al. **Inventário Florestais: Planejamento e Execução**. 2 ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2006.

SANQUETTA, Carlos et al. **Inventário Florestais: Planejamento e Execução**. 3 ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2014.

SCOLFORO, J.R.S. **Mensuração florestal 3: relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica**. Lavras: ESALQ/FAEPE, 1993. 292 p.

SOARES, T. S.; VALE, A. B.; LEITE, H. G.; MACHADO C. C. Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. *Revista Árvore*, v.27, p.811 - 820, 2003.