



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa
Brasil

Pereira da Cruz, Jovane; Garcia Leite, Helio; Boechat Soares, Carlos Pedro; Chagas Campos, João Carlos; Smit, Luit; Saraiva Nogueira, Gilciano; Romarco de Oliveira, Márcio Leles
Modelos de crescimento e produção para plantios comerciais jovens de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso

Revista Árvore, vol. 32, núm. 5, outubro, 2008, pp. 821-828
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48813384006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

MODELOS DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA PLANTIOS COMERCIAIS JOVENS DE *Tectona grandis* EM TANGARÁ DA SERRA, MATO GROSSO¹

Jovane Pereira da Cruz², Helio Garcia Leite³, Carlos Pedro Boechat Soares³, João Carlos Chagas Campos³, Luit Smit⁴, Gilciano Saraiva Nogueira⁴ e Márcio Leles Romarco de Oliveira⁴

RESUMO – Este estudo foi realizado com os objetivos de ajustar e avaliar modelos de crescimento e produção para plantio de teca (*Tectona grandis*), localizados na região de Tangará da Serra, MT, com idades inferiores a 6 anos. Para isso, foram utilizados dados provenientes de 50 parcelas permanentes com pelo menos cinco medições sucessivas. Após as análises, verificou-se que o modelo alternativo se apresentou mais preciso do que o de Clutter (1963).

Palavras-chave: *Tectona grandis*, modelos de crescimento e produção.

GROWTH AND YIELD MODELS FOR YOUNG STANDS OF *Tectona grandis* IN TANGARÁ DA SERRA, MATOGROSSO, BRAZIL

ABSTRACT – The objective of this study was to adjust and evaluate growth and yield models for young stands of *Tectona grandis* (aged less than 6 years), located in Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil. Thus, 50 permanent plots with at least five successive measurements were used. After the analysis, it was verified that the alternative model is more precise than the Clutter's model.

Keywords: *Tectona grandis*, growth and yield models.

1. INTRODUÇÃO

Estudos de crescimento e produção são imprescindíveis para propósito de manejo florestal. Existem diferentes tipos de modelos já consagrados na literatura, muitos deles podendo ser utilizados em diferentes espécies. Davis e Johnson (1987) apresentaram uma classificação dos modelos de acordo com o tipo de variáveis envolvidas e listaram as informações a serem obtidas a respeito deles.

Uma classificação mais genérica deve considerar, inicialmente, o tipo de povoamento florestal a ser estudado e as variáveis a serem incluídas no modelo. Dependendo do tipo de informações, os modelos são, ainda, classificados como do tipo povoamento total, modelos

de distribuição diamétrica e modelos de árvore individual (CAMPOS e LEITE, 2002).

No Brasil, os modelos do tipo povoamento total, que exprimem a produção em termos de unidade de área, a exemplo dos modelos de densidade variável de Buckman (1962) e de Clutter (1963), que introduziram o princípio de compatibilidade entre o crescimento e a produção, foram estudados visando à sua aplicação a diferentes espécies florestais, em diferentes regiões, o que gerou estimativas precisas e livres de tendência (CAMPOS e RIBEIRO, 1983; TREVISOL JUNIOR, 1985; SCOLFORO, 1991; ROSAS, 1994).

Em *Tectona grandis* (teca), no entanto, a modelagem de crescimento e produção é ainda incipiente no Brasil.

¹ Recebido em 06.01.2007 e aceito para publicação em 22.08.2008.

² Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG.

³ Departamento de Engenharia Florestal da UFV. E-mail: <hggleite@gmail.com>.

⁴ Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. E-mail: <nogueirags@yahoo.com.br>.

Um estudo importante sobre crescimento e produção dessa espécie, quando já submetida a desbastes, foi desenvolvido por Nogueira (2003), que desenvolveu um sistema de equações não-lineares para estimar crescimento por classe de tamanho das árvores. Alguns estudos conduzidos em outros países foram desenvolvidos por Gómez e Mora (2003) sobre equações e tabelas de volume na Costa Rica; Nanang e Nunifu (1999), em Ghana; Keogh (1982), no Caribe, América Central, Venezuela e Colômbia; Friday (1987), em Porto Rico; e Malende e Temu (1990), na Tanzânia, sobre a classificação da capacidade produtiva. Padrões de crescimento podem ser verificados nos trabalhos de Keogh (1990) no Caribe e América Central, de Haishui (1993) nas Ilhas Hainan e Macedo et al. (1999) em Minas Gerais (Brasil). A respeito de modelos de crescimento e produção, podem ser citados Gonzales (1985) nas Filipinas, Nunifu e Murchison (1999) em Ghana e Bermejo et al. (2003) na Costa.

A Tectona grandis, L.F., cujas sinonímias botânicas são *Tectona theka* Lour e *Theka grandis* (L. F.) Lam., é uma espécie originária do continente Asiático, estando sua área de ocorrência confinada entre Florestas Úmida e Decídua Árida Mista, em elevações em torno de 1.000 m na Índia, Birmânia, Tailândia e Laos (WHITE, 1991). Ela ocorre naturalmente entre 10° e 25°N no subcontinente indiano e no Sudoeste asiático, principalmente na Índia, Birmânia, Tailândia, Laos, Camboja, Vietnã e Java (LAMPRECH, 1990). Nos trópicos, podem-se encontrar plantios de teca, por exemplo, em Camarões, Zaire, Nigéria, Trindade, Honduras e no Brasil, onde as primeiras experiências com o plantio iniciaram na década de 1960 no Mato Grosso (ANGELI, 2003; OLIVEIRA, 2003), tendo ultimamente conquistado espaço entre as principais culturas florestais do país. Na dispersão vertical, pode ser encontrada em Java desde 0 a 700 m acima do nível do mar, na Birmânia até 1.000 m e na Índia até 1.300 m de altitude. É uma espécie de grande importância comercial devido à sua qualidade e a diversas possibilidades de uso da sua madeira.

Diante dessas considerações, foi conduzido este estudo, com os objetivos de ajustar o modelo de Clutter utilizando dados de plantações jovens de teca e propor e avaliar um modelo alternativo, composto por um sistema de equações, para estimar o crescimento desta espécie, antes da realização do primeiro desbaste, na região de Tangará da Serra, MT.

2. MATERIALE MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo foram coletados no Município de Tangará da Serra, na Região Médio Norte do Estado do Mato Grosso, a 230 km de Cuiabá, latitude 14° 04' 38" S e longitude 57° 03' 45" W. Esse município se localiza entre as serras de Tapirapuã e dos Parecis, que por sua vez delimitam dois ecossistemas importantes no território brasileiro: o Pantanal (Sul) e o Chapadão dos Parecis (Norte). A Serra dos Parecis é o divisor de águas entre as bacias do Amazonas (Norte) e do Paraguai-Paraná (Sul). A altitude média em relação ao nível do mar é de 423 m. Quanto à vegetação, Tangará da Serra apresenta matas densas nas encostas e no alto da Serra de Tapirapuã e Cerrado no alto da Serra dos Parecis. O clima do município é o tropical chuvoso quente e úmido, com dois períodos bem definidos: chuvas entre setembro e abril e estiagem entre maio e agosto. A precipitação anual varia entre 1.300 e 2.000 mm e a temperatura oscila entre 16 e 36 °C, com umidade relativa média de 80%. As características do relevo do município são predominantemente marcadas pela topografia plana (95%). Topografias suavemente onduladas e montanhosas respondem por apenas 5%. Seus solos são representados pela classe dos Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelo, em sua maioria, ocorrendo também latossolos escuros e arenosos e terra roxa estruturada.

Foram utilizados dados provenientes de 50 parcelas permanentes de 765 m² cada, medidas aos 22, 34, 46, 58 e 70 meses, instaladas em povoamentos de teca, com espaçamento inicial entre plantas de 3,0 x 3,0 m e dados de 60 árvores-amostra abatidas e cubadas pela fórmula de Smalian.

Todas as árvores dentro das parcelas, com diâmetro com casca a 1,30 m do solo (*dap*) maior que 3,0 cm, tiveram seus diâmetros e altura totais (*Ht*) medidos em todas as ocasiões. As cinco árvores de maiores diâmetros, livres de defeitos, pragas e doenças e apresentando fuste ereto e copa no dossel superior do plantio dentro de cada parcela, na ocasião da primeira medição, foram definidas como árvores dominantes (*Hd*) para a classificação da capacidade produtiva, através dos índices de locais (*S*), pelo método da curva-guia.

Os índices de locais (*S*) foram obtidos através da seguinte equação:

$$Hd = S \left[\frac{(1 - e^{-0,0252I_i})^{1,3221}}{(1 - e^{-0,0252I_i})^{1,3221}} \right], \quad I_i = 48 \text{ meses} \quad (1)$$

As estimativas de volume total com casca por árvore individual foram obtidas após o procedimento de cubagem de 60 árvores-amostra e ajuste do modelo de Schumacher e Hall (1933) na forma linear. A equação resultante do ajuste foi:

$$\ln(Vcc) = -8,57046 + 1,07588 \ln(dap) + 1,27429 \ln(Ht) \\ R^2 = 0,987 \quad (2)$$

em que:

Vcc = volume total com casca, em m^3 ;

dap = diâmetro a 1,30 m, em cm;

Ht = altura total, em m; e

Ln = logaritmo neperiano.

Os dados da cubagem e do inventário foram processados utilizando-se o *software SifCub2004*, sendo obtidas as estimativas de área basal por hectare (B), volume total com casca por hectare (V) e altura dominante por parcela (Hd), em cada ocasião do inventário.

Inicialmente, foi ajustado o modelo de Clutter (1963), da seguinte forma:

$$\ln(V_2) = \beta_0 + \beta_1 / I_2 + \beta_2 S_1 + \beta_3 \ln(B_2) + \varepsilon \quad (3a)$$

$$\ln(B_2) = \ln B_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + \beta_4 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) + \beta_5 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) S_1 + \varepsilon \quad (3b)$$

em que:

V_2 = volume com casca futuro, em m^3/ha ;

I_1 e I_2 = idades atual (ou correntes) e futura, em meses;

B_1 e B_2 = áreas basais atuais (ou correntes) e futuras, em m^2/ha ;

S_1 = índice de local na idade atual, em m;

β_1 = parâmetros;

ε = erro aleatório, $\varepsilon \sim NID(0, \sigma^2)$; e

Ln = logaritmo neperiano.

Logo depois foi ajustado o seguinte modelo de crescimento alternativo, composto por um sistema de equações:

$$V_2 = \alpha_0 + \alpha_1 B_2 + \alpha_2 B_2 Hd_2 + \varepsilon \quad (4a)$$

$$B_2 = e^{\ln B_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + \beta_2 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right)} \varepsilon \quad (4b)$$

$$Hd_2 = e^{\ln Hd_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + \beta_1 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right)} \varepsilon \quad (4c)$$

em que:

Hd_1 = altura dominante na idade atual, em m; e

Hd_2 = altura dominante na idade de interesse, em m.

O modelo de Clutter foi ajustado pelo método de Mínimos Quadrados em Dois Estágios (MQ2E). Os modelos 4b e 4c foram ajustados por processo iterativo com o emprego do método Quasi-Newton, sendo o modelo 4a ajustado pelo método dos mínimos quadrados ordinários.

As equações ajustadas foram avaliadas através do coeficiente de determinação (R^2) ou coeficiente de correlação múltipla (r'_{yy}); de gráficos de dispersão; dos coeficientes de determinação (R^2) e coeficientes de variação (CV); e da análise gráfica dos resíduos ou erros, em porcentagem (E%), obtidos por:

$$E\% = \frac{\hat{Y} - Y}{Y} \cdot 100 \quad (5)$$

em que:

\hat{Y} e Y = valores estimados e observados, respectivamente.

Ao final, elaborou-se uma tabela de produção para verificar a consistência do modelo selecionado quanto às idades técnicas de colheita (ITCs).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 1, pode-se verificar correlação positiva entre as variáveis do povoamento altura dominante (Hd), área basal por hectare (B), volume por hectare (V) e idade dos povoamentos. Verifica-se também nessa figura, pela amplitude dos valores observados em cada idade, que as parcelas permanentes compreenderam locais com diferentes capacidades produtivas. As tendências de crescimento observadas apresentaram-se bem definidas, seguindo o padrão normal de povoamentos equiâneos (Figura 1).

As equações referentes ao ajuste do modelo de Clutter (1963) foram:

$$\ln(V_2) = 5,0699 + 0,0719 / I_2 + 1,1401 S_1 + 0,8577 \ln(B_2) , \\ R^2 = 0,886 \quad (6a)$$

$$\ln(B_2) = \ln B_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) - 0,0085 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) + 1,2367 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) S_1 , \\ R^2 = 0,982 \quad (6b)$$

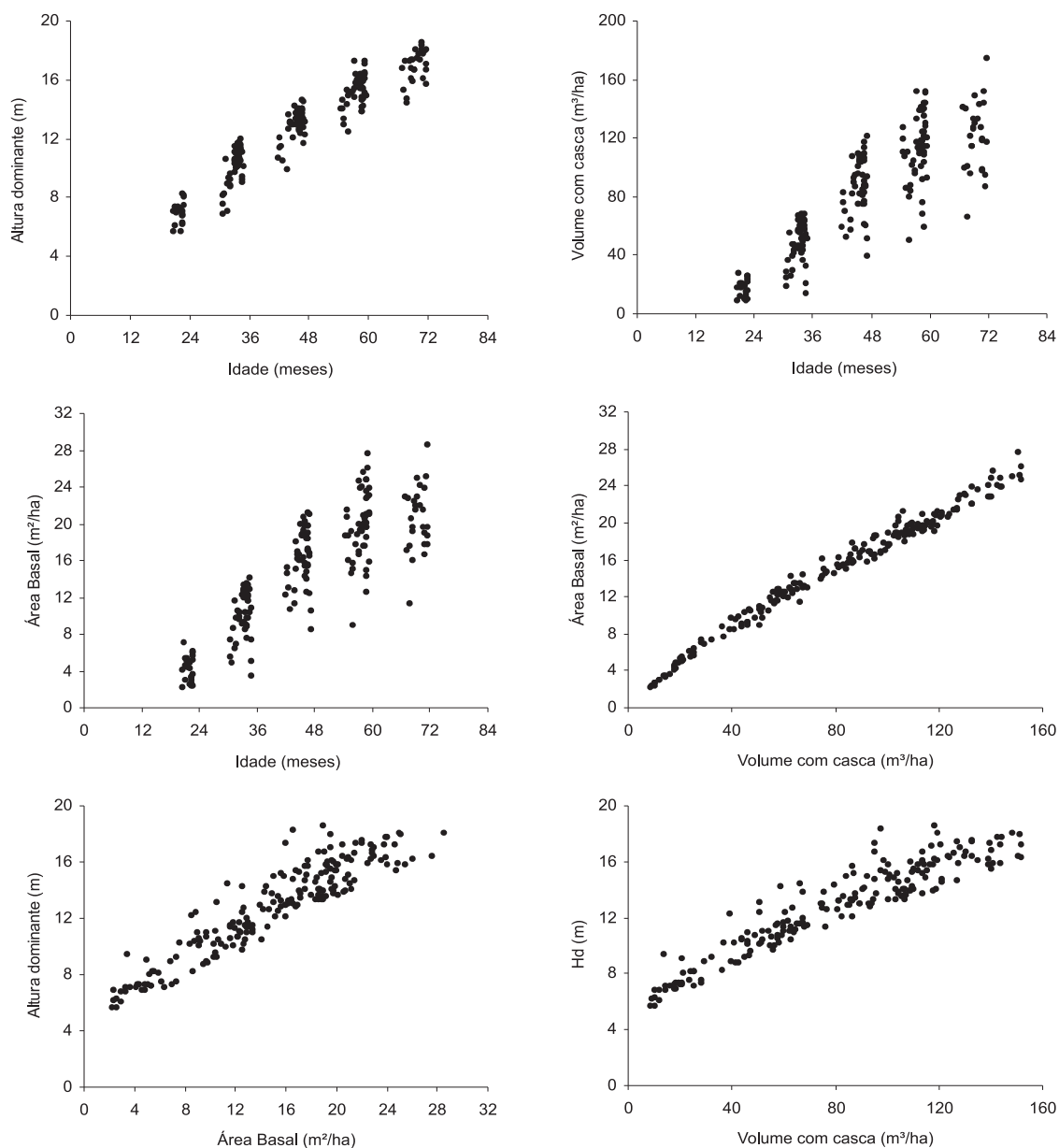


Figura 1 – Relações entre as variáveis de um povoamento de *Tectona grandis* na região de Tangará da Serra, MT.
Figure 1 – Relations among the variables of the *Tectona grandis* stand in Tangará da Serra, MT.

Embora a equação de área basal tenha-se ajustado bem aos dados observados, haja vista o coeficiente de determinação maior que 98%, foram constatadas tendências de subestimação da área basal em locais com menores

valores e superestimação em locais com maiores valores (Figura 2). Essa tendência da área basal refletiu-se na distribuição dos resíduos ou erros para a equação de volume, conforme também pode ser observado na Figura 2.

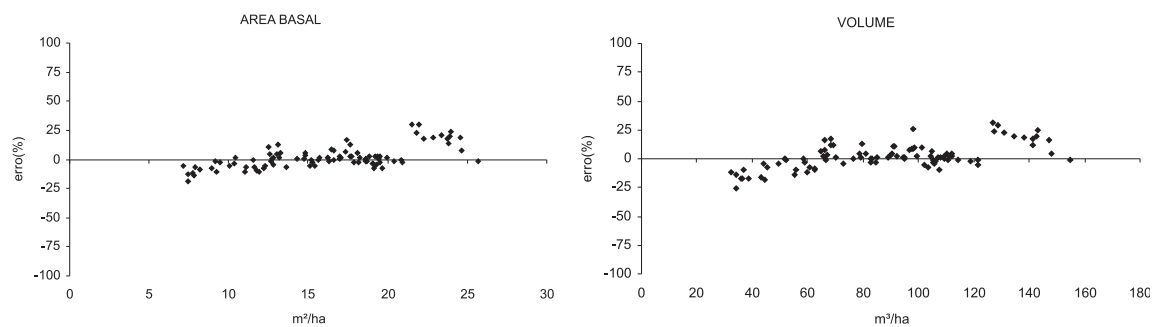


Figura 2 – Erros percentuais em área basal e volume.
Figure 2 – Percentile errors in basal area and volume.

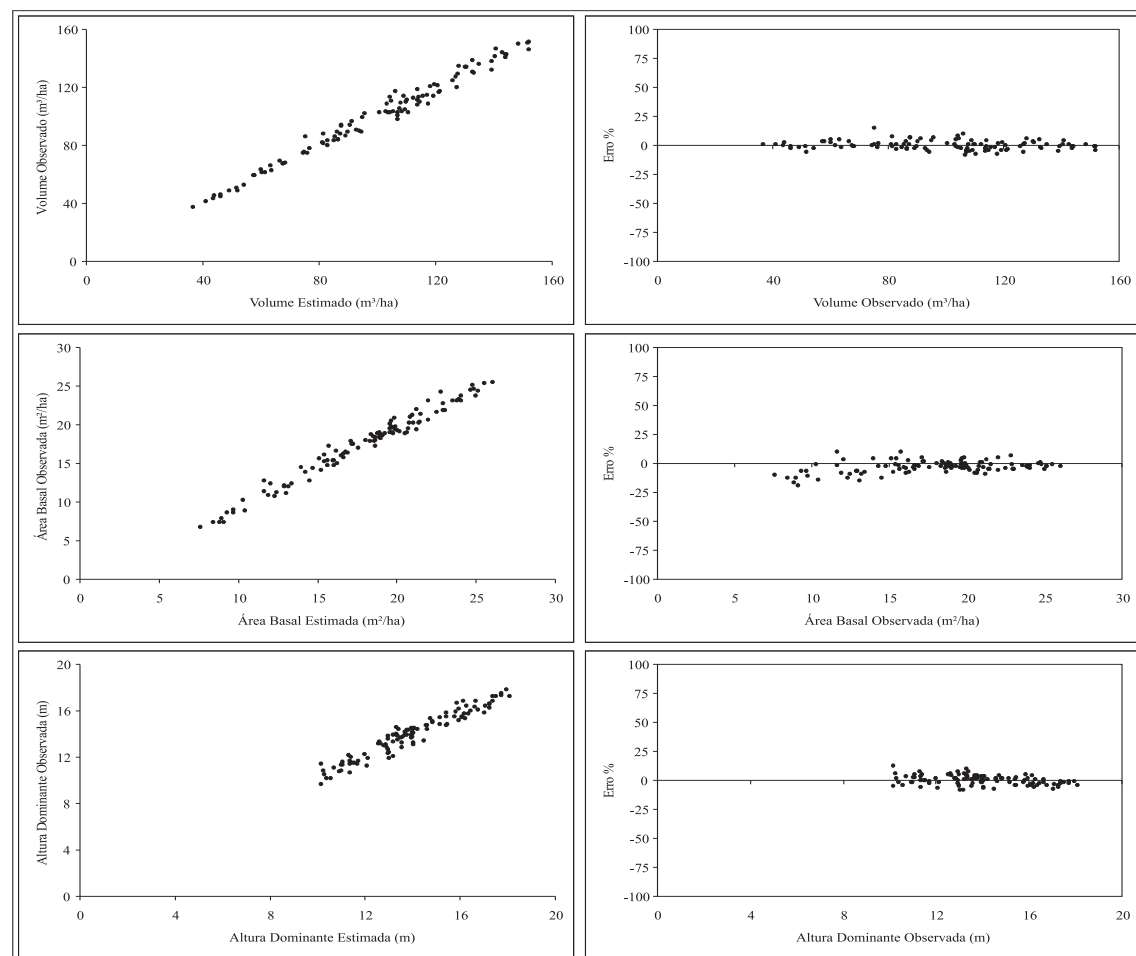


Figura 3 – Análise gráfica do ajuste do modelo alternativo proposto.
Figure 3 – Graphic analysis of the adjustment of the alternative model proposed.

As equações do modelo proposto neste estudo foram:

$$V_2 = -2,13459 + 3,95822B_2 + 0,11842B_2Hd_2, \quad R^2=0,9820 \quad (7a),$$

$$B_2 = e^{\left(\ln B_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + 4,08832 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) \right)} r_{Y\hat{Y}}=0,9856 \quad (7b),$$

$$Hd_2 = e^{\left(\ln Hd_1 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) + 3,28863 \left(1 - \frac{I_1}{I_2} \right) \right)} r_{Y\hat{Y}}=0,9646 \quad (7c)$$

Analizando as medidas de precisão das equações, verificou-se que estas se ajustaram bem aos dados observados. Além disso, todos os coeficientes foram significativos ($p \leq 0,01$), à exceção do parâmetro α_0 do modelo de volume. Apesar disso, optou-se por mantê-lo no modelo, sem comprometimento das estimativas de crescimento.

As estimativas de altura dominante (Hd_2), área basal por hectare (B_2) e volume por hectare (V_2), obtidas pelo modelo proposto, foram precisas e não-tendenciosas, conforme pode ser observado pelos gráficos da Figura 3.

De posse das equações 7a, 7b e 7c, elaboraram-se uma tabela de produção (Quadro 1) e um gráfico (Figura 4), para verificar a consistência do ajuste do modelo,

considerando três classes de capacidade produtiva ($S=10,5$; $S=12,5$; e $S=14,5$). Pôde-se notar que, quanto menor a capacidade produtiva, maiores as idades onde ocorrem os máximos incrementos médios em volume por hectare, ou seja, maior é a idade técnica de colheita (ITCs).

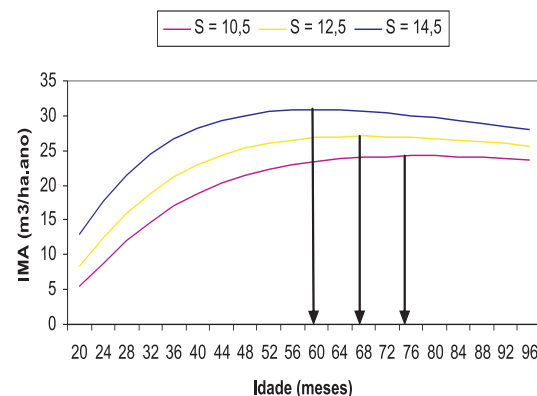


Figura 4 – Incrementos médios anuais, considerando-se três classes de produtividade em um povoamento de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, MT.

Figure 4 – Mean annual increments, considering three classes of productivity of a *Tectona grandis* stand in Tangará da Serra, MT.

Quadro 1 – Tabela de produção para *Tectona grandis* na região de Tangará da Serra, Mato Grosso

Table 1 – Yield table for *Tectona grandis* in the region of Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil

Idade (meses)	S = 10,5				S = 12,5				S = 14,5			
	Hd (m)	B (m²/ha)	Vcc (m³/ha)	IMA (m³/ha.ano)	Hd (m)	B (m²/ha)	Vcc (m³/ha)	IMA (m³/ha.ano)	Hd (m)	B (m²/ha)	Vcc (m³/ha)	IMA (m³/ha.ano)
20	5,70	2,40	8,99	5,39	6,5	3,40	13,94	8,36	7,4	4,90	21,55	12,93
24	7,38	4,10	17,68	8,84	8,23	5,48	24,90	12,45	9,17	7,43	35,35	17,68
28	8,87	6,01	27,97	11,99	9,74	7,71	37,27	15,97	10,69	10,01	50,14	21,49
32	10,19	8,01	39,22	14,71	11,06	9,95	50,30	18,86	11,99	12,51	65,14	24,43
36	11,34	10,01	50,92	16,97	12,20	12,14	63,48	21,16	13,11	14,88	79,86	26,62
40	12,36	11,96	62,73	18,82	13,20	14,24	76,49	22,95	14,08	17,09	94,04	28,21
44	13,26	13,85	74,41	20,29	14,08	16,22	89,11	24,30	14,93	19,15	107,54	29,33
48	14,06	15,64	85,80	21,45	14,85	18,08	101,23	25,31	15,68	21,05	120,29	30,07
52	14,78	17,33	96,81	22,34	15,54	19,82	112,79	26,03	16,34	22,81	132,28	30,53
56	15,42	18,93	107,38	23,01	16,16	21,44	123,76	26,52	16,93	24,43	143,53	30,76
60	16,00	20,44	117,48	23,50	16,72	22,95	134,16	26,83	17,45	25,93	154,08	<u>30,82</u>
64	16,52	21,85	127,12	23,84	17,22	24,37	143,98	27,00	17,93	27,31	163,96	30,74
68	17,00	23,18	136,30	24,05	17,67	25,68	153,26	<u>27,05</u>	18,36	28,60	173,23	30,57
72	17,44	24,43	145,02	24,17	18,08	26,91	162,03	27,01	18,75	29,79	181,91	30,32
76	17,84	25,61	153,30	<u>24,21</u>	18,46	28,06	170,31	26,89	19,10	30,90	190,06	30,01
80	18,20	26,71	161,18	24,18	18,81	29,14	178,13	26,72	19,43	31,93	197,72	29,66
84	18,54	27,75	168,66	24,09	19,13	30,15	185,53	26,50	19,73	32,89	204,93	29,28
88	18,85	28,74	175,77	23,97	19,43	31,10	192,53	26,25	20,01	33,80	211,71	28,87
92	19,15	29,66	182,53	23,81	19,70	32,00	199,15	25,98	20,26	34,64	218,11	28,45
96	19,42	30,54	188,96	23,62	19,95	32,84	205,43	25,68	20,50	35,43	224,15	28,02

4. CONCLUSÕES

O sistema de equações proposto neste estudo é eficiente para projeção do crescimento em altura dominante, área basal e volume de povoamentos de teca em idades inferiores a 6 anos.

A idade técnica de colheita na região está entre 5 e 6 anos. Portanto, um primeiro desbaste deve ser feito antes de 6 anos, para antecipar o início da competição.

5. REFERÊNCIAS

- ANGELI, A. **Tectona grandis**. (Supervisão e orientação do Prof. J. L. Stape, Departamento de Ciências Florestais - ESALQ/USP. Atualizado em 05/05/2003). Disponível em: <<http://www.ipef.br/identificacao/tectona.grandis.html>>. Acesso em: 4 nov. 2003.
- BUCKMAN, R. E. **Growth and yield of red pine in Minnesota**. Washington: 1962. 50p. (Technical Bulletin, 1272).
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 407p.
- CAMPOS, J. C. C.; RIBEIRO, J. C. **Produção dos povoamentos de *Eucalyptus* spp. na região do triângulo mineiro**. Viçosa, MG: SIF, 1983. 43p. (Boletim Técnico, 1).
- CLUTTER, J. L. Compatible growth and yield models for loblolly pine. **Forest Science**, v.9, n.3, p.354-371, 1963.
- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K. N. **Forest management**. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1987. 789p.
- FRIDAY, K. S. Site index curves for teak (*Tectona grandis* L.f) in the limestone hill region of Puerto Rico. **Commonwealth Forestry Review**, v.3, n.66, p.239-253, 1987.
- GOLFARI, L.; CASER, R. L.; MOURA, V. P. G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil.PNDU/FAO/IBDF/BRA-45** (2a Aproximação). Brasília: 1978. 61p. (Série Técnica/IBDF).
- HAISHUI, Z. Growth pattern on teak plantations on Hainan Island. In: WOOD, H. (Ed.) **Teak in Asia**. Bangkok: 1993. p.119-126. (FORSPA publication 4, GCP/RAS/I34/ASB).
- KEOGH, K. M. Growth rates of teak (*Tectona grandis*) in the Caribbean/Central-American region. **Forest Ecology and Management**, v.35, n.3, p.311-314, 1990. (Short Communication).
- KEOGH, K. M. Provisional site classification chart for the Caribbean, Central America, Venezuela and Colombia. **Forest Ecology and Management**, v.4, n.2, p.143-153, 1982.
- LAMPRECH, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Trad. De Guilherme de Almeida-Sedas e Gilberto Calcagnoto. Rossdorf: TZ – Verl. – Ges., 1990. 343p.
- MACEDO, R. L. G.; GOMES, J. E.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. Análise preliminar do crescimento e fenologia da *Tectona grandis* L.f. (teca), implantada em parcela de observação na região de Lavras-MG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 5., 1999, Curitiba. **Anais...** Rio de Janeiro: Biosfera, 1999a. 4p. (CD ROM-BIO 1200).
- MALENDE, Y. H.; TEMU, A. B. Site-index curves and volume growth of teak (*Tectona grandis*) at Mtibwa, Tanzania. **Forest Ecology and Management**, v.31, n.1/2, p.91-99, 1990.
- NANANG, D. M.; NUNIFU, T. K. Selecting a functional form for anamorphic site index curve estimation. **Forest Ecology and Management**, v.118, n.1/3, p.211-221, 1999.
- NOGUEIRA, G. S. **Modelagem do crescimento e da produção de povoamentos de *Eucalyptus* sp. e de *Tectona grandis* submetidos a desbaste**. 2003. 145f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- NUNIFU, T. K.; MURCHISON, H. G. Provisional yield models of Teak (*Tectona grandis* Linn F.) plantations in northern Ghana. **Forest Ecology and Management**, v.120, n.1/3, p.171-178, 1999.

- OLIVEIRA, J. R. V. **Sistema para cálculo de balanço nutricional e recomendação de calagem e adubação de povoamentos de teca - Nutriteca**. 2003. 93f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- PIENAAR, L. V.; SCHIVER, B. D. Survival functions for site prepared slash pine plantations in the flat woods of Georgia Northern Florida. **Southern Journal Forestry**, v.5, n.2, p.59-62, 1981.
- ROSAS, M. P. **Alternativas de determinação da idade técnica de corte de *Eucalyptus urophylla***. 1994. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.
- SCOLFORO, J. R. S. **Sistema integrado para predição e análise presente e futura do crescimento e produção, com otimização de remuneração de capitais, para *Pinus caribea* var. *hondurensis***. 1991. 290f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.
- TREVISOL JUNIOR, T. L. **Análise de um modelo compatível de crescimento e produção em plantações de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex Maiden)**. 1985. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1985.
- WHITE, K. J. **Teak. Some aspects of research and development**. Bangkok: RAPA Publications, FAO, 1991.