

Aplicação de um modelo de estimativa da produção futura em povoamento de *Tectona grandis* no Mato Grosso

Application of a model for estimating future production in *Tectona grandis* stands in Mato Grosso

DOI:10.34117/bjdv7n2-321

Recebimento dos originais: 10/01/2021

Aceitação para publicação: 18/02/2021

Fabricia Rodrigues da Silva

Mestre, UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso, Perimetral Rogério Silva S/N – Alta Floresta –
MT – 78580-000
fabriciarodri@hotmail.com

Júlio Cesar Wojciechowski

Doutor, UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso, Perimetral Rogério Silva S/N – Alta Floresta –
MT – 78580-000
juliocw@unemat.br

Vinícius Augusto Moraes

Doutor, UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso, Perimetral Rogério Silva S/N – Alta Floresta –
MT – 78580-000
vemoraais@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste estudo foi realizar a prognose do crescimento e da produção para um plantio de *Tectona grandis*, localizados em Alta Floresta, MT. Para isso, foram utilizados dados de parcelas permanentes, com idades entre 2 a 13 anos. Após as análises, concluiu-se que o modelo de Beck e Della-Bianca (1972) foi eficiente para prever a produção futura para o volume e área basal, com crescimentos volumétricos superiores, quando comparadas a países onde a espécie é cultivada.

Palavras-chave: Teca, classes de produtividade, volumetria, prognose.

ABSTRACT

The objective of this study was to carry out the prognosis of growth and production for a plantation of *Tectona grandis*, located in Alta Floresta, MT. For that, data from permanent plots, aged 2 to 13 years, were used. After the analysis, it is concluded that the Beck and Della-Bianca (1972) model was efficient to predict future production for volume and basal area, with higher volumetric growths, when compared to countries where the species is cultivated.

Keywords: Teak, productivity classes, volumetry, prognosis.

1 INTRODUÇÃO

A teca é uma espécie arbórea da família Lamiaceae (FLÓREZ, 2012). É nativa do continente asiático, sendo introduzida em diversas regiões da África e América, em especial em países como Índia, Tailândia, Mianmar, Camboja, Vietnã, Indonésia, Malásia e Laos, atingindo altura de 35 m e diâmetro maior que 100 cm (LAMPRECHT, 1990).

A espécie é bastante utilizada em plantações devido ao fato de ser de fácil propagação, estabelecimento e manejo além de possuir madeira de excelente qualidade. É empregada em uma variedade de usos tradicionais e atuais, incluindo mobiliário, elementos estruturais, laminados e pisos. Essas propriedades mantêm a teca como uma das principais espécies de madeira tropical de alto valor neste século (CAMINO; MORALES, 2013).

Os reflorestamentos com teca em Mato Grosso foram implantados com a promessa de obter uma matéria prima florestal de qualidade e de alto valor comercial, com rotações mais curtas que as praticadas no sudeste Asiático. Porém, a pouca informação existente sobre o comportamento da espécie no Estado e a falta de adoção de práticas silviculturais corretas podem implicar em frustrações quanto ao incremento da espécie.

O rendimento sustentado das florestas requer não somente um conhecimento do estoque de crescimento da floresta, mas também um conhecimento das produções esperadas no futuro, conforme Assmann (1970). Uma maneira lógica de expressar o crescimento ou incremento e a produção florestal é através de um modelo, sendo que este pode ser caracterizado por gráficos, tabelas, equação ou um conjunto de equações (SCOLFORO, 1998).

A quantificação do crescimento e da produção consiste em uma condição essencial para definir a utilização dos bens advindos da floresta, além de fornecer informações que subsidiam a tomada de decisões para a maioria das atividades ligadas ao setor (ABREU, 2000).

Diante desta constatação e da importância da espécie, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar a produção de *Tectona grandis* Linn f. em um plantio localizado no município de Alta Floresta – MT.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um povoamento homogêneo de teca, com 1.365,16 ha implantados entre os anos de 1996 a 2004, na Fazenda IDC, localizada no município

de Alta Floresta, região norte do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas 9°59'33.54" S 56°00'58.48" W, 10°05'45.96" S 56°01'47.18" W, 10°00'05.15" S 55°59'03.77" W e 10°03'08.85" S 56°02'32.49" W.

As regiões norte e centro norte Mato-grossense possuem clima quente e úmido, com a presença de temperatura média anual superior a 24°C e pluviosidade média anual acima de 2.400 mm, destacando-se uma estação seca bem definida de 3-5 meses, tipo climático Am e Aw conforme Koppen (ZAPPI et al., 2011; ALVARES et al., 2013).

Foram utilizados dados provenientes de 146 parcelas permanentes de 900 m² cada, com espaçamento de 3 m x 2 m, medidos no período de 1998 a 2011 e dados de 448 árvores-amostra abatidas e cubadas pela fórmula de Smalian. Para o ajuste do modelo de crescimento e produção, foi obtido as informações de volume, área basal, índice de local e idade do povoamento em cada medição.

O volume foi obtido a partir do modelo de Schumacher-Hall, onde a equação resultante do ajuste foi: $Ln(Vcc) = -9,042 + 1,8434Ln(dap) + 0,7247Ln(Ht)$ com R²aj: 0,92 e S_{yx}: 0,02.

Em que: Vcc = volume total com casca, em m³; dap = diâmetro a 1,30 m, em cm; Ht = altura total, em m; e Ln = logaritmo neperiano.

Os valores de índice de local foram obtidos a partir do método da curva-guia, através da seguinte equação: $Ln(Hd) = 3,064 - 2,263(1/I)$ R²aj: 0,71 e S_{yx}: 1,44.

Em que: Hd = altura média das árvores dominantes, em m; I = idade, em meses e Ln = logaritmo neperiano.

Os dados da cubagem e do inventário foram processados, 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.

O modelo utilizado para estimar a produção foi o de BECK e DELLA-BIANCA (1972), pela simplicidade e precisão, assim descrito:

$$Ln(V_2) = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{1}{IS} \right) + \beta_2 \left(\frac{1}{I_2} \right) + \beta_3 \left(\frac{I_1}{I_2} \right) * ln(AB_1) + \beta_4 \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \right) + \beta_5 \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \right) * IS$$

Onde:

V₂=volume na idade de projeção (I₂) em m³/ha

IS=Índice de sítio

I₁=Idade presente

I_2 =Idade de projeção

AB_1 =Área basal na primeira medição (I_1) em m^2/ha

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ =coeficientes do modelo

\ln =logaritmo natural

Do modelo de produção futura em volume (m^3/ha), derivou-se a função de produção futura em área basal (m^2/ha), que é dada pelo modelo:

$$\ln(AB_2) = \left(\frac{I_1}{I_2}\right) * \ln(AB_1) + \alpha_1 * \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) + \alpha_2 * \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) * IS$$

AB_2 =Área Basal na idade de projeção em m^2/ha

$\alpha_1 = \beta_4 / \beta_3$

$\alpha_2 = \beta_5 / \beta_3$

Para os ajustes dos modelos matemáticos selecionados, utilizaram-se as rotinas do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS). Para selecionar o melhor modelo, observaram-se os critérios estatísticos definidos pelo coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa (S_{yx}), valor de F e a análise gráfica dos resíduos. Para corrigir o erro sistemático (ou discrepância logarítmica) na estimativa da variável dependente, causado pela linearização do modelo logarítmico, foi aplicado o fator de correção de Meyer (Fm), utilizando a seguinte fórmula: $Fm = e^{0,5 * QM_{res}}$.

Em que:

QM_{res} . = quadrado médio dos resíduos;

e = base do logaritmo natural (2,718281829...).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção Futura em Volume (m^3/ha)

Ao ajustar o modelo de BECK e DELLA-BIANCA (1972), obteve-se:

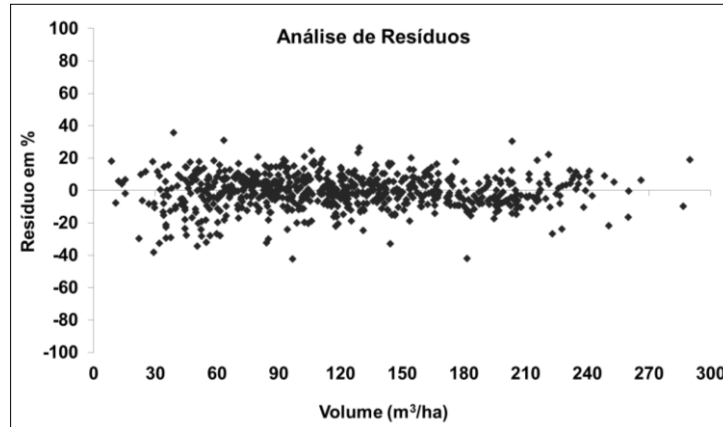
$$\ln(V_2) = 1,516 + 2,328 \left(\frac{1}{IS}\right) - 0,731 \left(\frac{1}{I_2}\right) + 1,099 \left(\frac{I_1}{I_2}\right) \ln(AB_1) + 1,173 \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) + 0,177 \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) IS$$

Este modelo apresentou um coeficiente de determinação ajustado de 0,9651, explicando mais de 95% da variação total pela regressão, e um erro padrão de estimativa

de 0,1034. Com respeito à estatística F, este parâmetro mostrou-se bastante elevado, sendo significativo para esse teste.

Na análise gráfica dos resíduos (Figura 1), podemos observar que o que o modelo selecionado não apresenta tendenciosidade, com amplitude de erro variando de $\pm 40\%$.

Figura 1 - Resíduo gráfico da projeção da produção em volume.



Produção Futura em Área Basal (m^2/ha)

Da equação de produção futura em volume (m^3/ha), obteve-se a função de produção futura em área basal (m^2/ha):

$$Ln(AB_2) = \left(\frac{I_1}{I_2}\right) * ln(AB_1) + 1,3265 * \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) + 0,1466 * \left(1 - \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\right) * IS$$

De posse das estimativas foi estimada a produção futura da área basal.

Diversos autores utilizaram o modelo de Beck e Della-Bianca para obter a produção presente e futura da floresta, entre eles: Beck e Della-Bianca (1972) estudando o crescimento e produção de álamo-amarelo (*Liriodendron tulipifera* L.), como resultado todas as variáveis independentes do modelo de rendimento foram altamente significativas, portanto, a equação foi utilizada para projetar o rendimento total.

Moraes e Silva (1999) estudando a produção de *Eucalyptus camaldulensis* Delnh. utilizou o modelo de Beck e Della-Bianca para representar a produção em volume e área basal da floresta estudada, e obteve estimativas precisas.

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos pela função de produção presente e futura em volume e área basal por classe de sítio e por hectare nas idades de 2 a 20 anos do povoamento de teca em Alta Floresta – MT.

Tabela 1 – Produção em volume e área basal para *Tectona grandis* em Alta Floresta – MT

Idade (anos)	Classes de Produtividade							
	I		II		III		IV	
	Volume (m ³ /ha)	G (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)	G (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)	G (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)	G (m ² /ha)
2	28,62	5,05	16,64	2,99	9,70	1,78	5,73	1,07
3	75,68	12,28	50,46	8,31	33,69	5,62	22,70	3,84
4	120,49	18,79	85,77	13,54	61,11	9,76	43,85	7,08
5	158,26	24,12	117,05	18,02	86,64	13,48	64,50	10,13
6	189,31	28,41	143,59	21,76	108,98	16,67	83,11	12,82
7	218,70	32,42	169,28	25,32	131,10	19,78	101,95	15,50
8	236,14	34,78	184,77	27,44	144,65	21,66	113,65	17,15
9	254,03	37,18	200,81	29,63	158,82	23,62	126,02	18,88
10	269,24	39,21	214,58	31,50	171,10	25,30	136,83	20,38
11	282,31	40,95	226,51	33,10	181,81	26,77	146,33	21,69
12	293,66	42,45	236,92	34,50	191,22	28,05	154,72	22,85
13	303,59	43,77	246,08	35,73	199,54	29,17	162,18	23,87
14	342,93	45,49	254,20	37,04	225,46	30,17	184,45	24,61
15	350,76	46,42	284,97	37,93	232,41	31,00	190,85	25,38
16	357,81	47,26	291,69	38,74	238,70	31,76	196,67	26,08
17	364,18	48,02	297,79	39,47	244,43	32,45	201,98	26,71
18	369,98	48,70	303,36	40,13	249,67	33,07	206,85	27,29
19	375,27	49,33	308,45	40,74	254,48	33,65	211,33	27,83
20	380,12	49,90	313,12	41,29	258,91	34,17	215,47	28,32

Comparando os dados de produção da teca encontrados por Cruz et al (2008) em Tangará da Serra- MT e o plantio estudado, observa-se que a produção em volume aos 8 anos é superior em Alta Floresta – MT, na classe de produtividade I. Bermejo et. al (2004) estudaram modelos de crescimento e produção para teca na Costa Rica e obtiveram dados inferiores aos encontrados nesse estudo, com uma produção de 126,5 m³/ha para o sítio de melhor produtividade e de 61 m³/ha para a classe menos produtiva, aos 8 anos de idade.

4 CONCLUSÕES

O modelo de crescimento e produção de Beck e Della-Bianca empregado para o reflorestamento de *Tectona grandis* L. f. apresentou resultado satisfatório para estimar a produção, tanto para o volume e área basal futura.

Os resultados da produtividade local demonstram que a espécie tem crescimentos volumétricos superiores, quando comparadas a países onde a espécie é cultivada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. C. R. *Modelagem para prognose precoce do volume por classe diamétrica para Eucalyptus grandis*. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2000.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ASSMANN, B. *The principles of forest yield study*. Oxford: Pergaman Press, 1970. 506p.
- BECK, D. E.; DELLA-BIANCA, L. Growth and yield of thinned yellow-poplar. Asheville, *Forest Service*, 20 p. (Research Paper SE, 101), 1972.
- BERMEJO, I.; CAÑELLAS, I.; MIGUEL, A. S. Growth and yield models for teak plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, v. 189, p. 97–110, 2004.
- CAMINO, R.; MORALES, J. P. Las plantaciones de teca em América Latina: mitos y realidades. *CATIE - Informe Técnico*, Turrialba, nº 397, 392p., 2013.
- CRUZ, Jovane Pereira da et al. Modelos de crescimento e produção para plantios comerciais jovens de *Tectona grandis* em Tangará da Serra, Mato Grosso. *Revista Árvore*, v. 32, n. 5, p. 821-828, 2008.
- FLÓREZ, J. B. *Caracterização tecnológica da madeira jovem de teca (Tectona grandis L. f.)*. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade de Federal de Lavras, MG, 2012.
- LAMPRECHET, H. *Silvicultura nos trópicos*. Berlim: Eschborn. GTZ. 1990. 343p.
- MORAES E SILVA, V. S. *Produção de Eucalyptus camaldulensis Delnh. no Estado de Mato Grosso*. 178 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 1999.
- SCOLFORO, J. R. S. *Biometria florestal: modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998. 441p.
- ZAPPI, D. C.; SASAKI, D.; MILLIKEN, W.; IVA, J.; HENICKA, G. S.; BIGGS, N. e FRISBY, S. Plantas vasculares da região do Parque Estadual Cristalino, Norte de Mato Grosso, Brasil. *Acta Amazônica*, v.41, p. 29-38, 2011.