II Congresso Internacional das **Ciências Agrárias** COINTER - PDVAgro 2017

RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA UM PLANTIO CLONAL DE *Tectona grandis* Linn F. NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO, PARÁ.

Apresentação: Pôster

Mário Lima dos Santos¹; Patrícia Mie Suzuki²; Richard Pinheiro Rodrigues⁴; Vinicius Bruno Soares Borges⁴; Walmer Bruno Rocha Martins⁵

Introdução

A demanda mundial por produtos madeireiros e a preocupação com os recursos florestais naturais, impulsionam a abertura de novos mercados e ampliam os horizontes para o setor florestal. Neste contexto, *Tectona grandis* Linn F. vem se destacando como alternativa para uma produção sustentável na indústria madeireira, pelo seu elevado valor comercial, beleza e durabilidade (SILVA, 2012).

A produtividade em florestas plantadas está relacionada à qualidade do monitoramento e planejamento com base nos dados obtidos em inventário florestal. O volume é um importante indicativo de produção a ser considerado, contudo para a sua obtenção torna-se necessário a obtenção da variável altura comercial, está por sua vez é considerada de difícil mensuração, tornando a coleta de informações mais demorada e onerosa (SOUSA et al., 2013).

A altura pode ser obtida utilizando-se instrumentos hipsométricos, medição de árvore em pé ou abatida, ou por relações hipsométricas (SCOLFORO & FIGUEIREDO FILHO, 1998). A estimativa desta variável por meio das equações baseadas em relações hipsométricas são precisos e reduzem os custos do inventário, pois ao conhecer os diâmetros dos indivíduos da população é possível estimar a altura, medindo um número reduzido de indivíduos (CALDEIRA et al., 2002; CAMPOS & LEITE, 2017).

¹ Mestrando, Universidade Federal Rural da Amazônia, mario.eng.florestal@hotmail.com

² Eng. Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, miesuzuki.p@gmail.com

³ Mestrando, Universidade Federal Rural da Amazônia, richard.eng.florestal@gmail.com

⁴ Eng. Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia, vinicius_pgm_38@hotmail.com

⁵ Professor na Universidade Federal Rural da Amazônia, walmerbruno@gmail.com

A definição do modelo de regressão a ser adotado se torna de difícil escolha, visto que ela precisa ser ajustada a diversas situações e contextos. A relação hipsométrica pode ser influenciada por diversos fatores, sendo estes: posição sociológica, região, idade da população, densidade do plantio, práticas silviculturais e manejo adotado (RIBEIRO et al., 2010; SOUSA et al., 2013).

Assim, o presente trabalho teve por objetivo ajustar e selecionar um modelo matemático de relação hipsométrica para um plantio clonal de *T. grandis* Linn F., localizado no município de Capitão Poço, Pará.

Fundamentação Teórica

A *Tectona grandis*, é uma espécie nativa do sul da Ásia, pertencente à família Lamiaceae, antes incluída na família Verbenaceae, conhecida popularmente como teca (COSTA, 2011) é caracterizada por ser uma árvore de grande porte, alcançando alturas entre 25 m a 35 m e diâmetro a altura do peito (DAP) de 1 m ou mais. Seu fuste é reto e revestido por uma casca espessa, o qual lhe confere resistência a várias doenças e até mesmo o fogo (MARCOLAN et al., 2007)

A espécie apresenta ampla adaptabilidade climática, podendo ocorrer em locais com diferentes gradientes de precipitação pluviométrica, a qual varia de 800 a 2500 mm ano⁻¹, e de temperaturas, compreendida entre 2 a 42° C (COSTA, 2011).

Metodologia

O estudo foi desenvolvido em um povoamento clonal de teca localizado no município de Capitão Poço, estado do Pará, presente na fazenda São Luiz, pertencente à empresa Tiête Agrícola LTDA.

Os dados foram coletados em parcelas permanentes do povoamento aos cinco anos de idade. Quanto ao sistema de amostragem, utilizou-se o método de amostragem de área fixa, com parcela circulares de raio de 12,6 m², e o processo de amostragem utilizado foi o sistemático, onde foram levantadas cinco parcelas na área de 49,28 hectares de plantio clonal. O espaçamento empregado foi de 4m x 4m, tendo assim uma densidade de 625 indivíduos ha⁻¹.

Foram ajustados seis modelos de relação hipsométrica relacionando a altura total - Ht e diâmetro a altura do peito - DAP, sendo dois modelos lineares (1 e 6) e quatro modelos não lineares

(2, 3, 4 e 5), em que a Ht é a variável dependente ou variável de interesse, e o DAP e suas transformações matemáticas, como variável independente (Tabela 1).

Tabela 1. Modelos de relação hipsométrica ajustados aos dados do povoamento clonal de *T. grandis* Linn. F., aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará. **Fonte:** Batista et al. (2014).

Nº	Modelos	
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \epsilon_i$	Polinômios
2	$Ht = \left(\frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right) + \epsilon_i$	Hiperbólicos
3	$Ht = \left(\frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2 + \epsilon_i$	
4	$Ht = \beta_0 DAP^{\beta_1} + \epsilon_i$	Potência
5	$Ht = \beta_0 \beta_1^{(1/DAP)} + \epsilon_i$	Exponencial (Schumacher)
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \epsilon_i$	Semilogarítmico

Em que: Ht = Altura total (m); DAP = Diâmetro à altura do peito (cm); β_i = Parâmetros da regressão; ϵ_i = Erro.

Para a análise de regressão, primeiramente averiguou-se a normalidade dos dados através do software SAS 9.1.3, pela inspeção visual dos resíduos, bem como, pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância. Foram ajustados os modelos matemáticos de relação hipsométrica e geradas tabelas resumo com as medidas de precisão do ajustamento dos modelos aos dados.

A seleção do melhor modelo foi feita através da análise dos seguintes critérios estatísticos: o maior coeficiente de determinação ajustado (R^2 aj. %); o menor erro padrão residual da estimativa em percentagem (Syx %) e erro padrão residual recalculado (Syxr %) e Desvio Médio Percentual (DMP%).

Para auxiliar na seleção do (s) melhor (es) modelo (s) ajustado (s), foi utilizado o critério de hierarquização de seleção, que seria o Valor Ponderado (VP), que leva em consideração todas as variáveis estatísticas anteriormente descritas, e atribuindo pesos a essas quanto mais próximo de um melhor será a equação, facilitando assim o processo de seleção do melhor modelo matemático.

Resultados e Discussão

Tabela 2. Valores das medidas de precisão das equações hipsométricas ajustadas aos dados do povoamento clonal de *T. grandis* Linn. F., aos 5 anos de idade, no município de Capitão Poço, Pará. **Fonte:** Batista et al. (2014).

Nº	Modelo	R ² aj.%	Syx%	DMP%	F	VP
1	$Ht = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \varepsilon_i$	34,93	7,89	-0,360	27,6**	10
2	$Ht = \left(\frac{DAP^2}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right) + \varepsilon_i$	83,42	7,88 ⁽¹⁾	-0,006	250,1**	3
3	$Ht = \left(\frac{DAP}{\beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2} \right)^2 + \varepsilon_i$	83,40	7,90 ⁽¹⁾	-0,154	249,7**	7
4	$Ht = \beta_0 + DAP^{\beta_1} + \varepsilon_i$	28,75	8,10 ⁽¹⁾	-0,337	40,9*	12
5	$Ht = \beta_0 + \beta_1^{(1/DAP)} + \varepsilon_i$	26,08	8,27 ⁽¹⁾	-0,349	35,9**	16
6	$Ht = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \varepsilon_i$	30,36	8,16	-0,669	44,2**	15

Nota: β_i = parâmetros de regressão; R²aj%= Coeficiente de determinação ajustado; Syx%= Erro padrão da estimativa em porcentagem; DMP%= Desvio médio percentual; F= valor calculado do teste F; VP= valor ponderado; (1) = erro padrão da estimativa em porcentagem recalculado; ** teste altamente significativo a 1% de nível de significância (p-valor < 0,01).

Coeficiente de determinação (R²) informa a porcentagem da variação dos dados observados em torno da média que está sendo explicada pelo modelo ajustado, então pode se observar na Tabela 2 que os modelos hiperbólicos (2 e 3) apresentaram maior coeficiente de determinação, sendo seus valores 83,42% e 83,40% respectivamente, resultados próximos de 100%, característico de um bom ajuste.

O erro-padrão da estimativa (Syx) indica a precisão do ajuste de um modelo matemático, esse critério informa o quanto, relativamente, o modelo erra em média ao estimar a variável dependente, desse modo pode se observar que o modelo polinômio (1) e os hiperbólicos (2 e 3) apresentaram os menores erros relacionados as estimativas, sendo os valores 7,89; 7,88; 7,90 respectivamente.

O DMP verifica se há diferença entre um valor obtido ao se medir uma grandeza e um valor adotado que mais se aproxima do valor real, ou seja, o desvio é a diferença entre o valor real e o estimado. Silva (2011) afirma que quanto mais próximo de zero o valor do DMP, melhor será o ajuste da equação matemática. Observando a Tabela 2, verificou-se que a equação 2 e 3 apresentaram os menores valores de DMP, sendo estes -0,006 e -0,154, respectivamente.

De acordo com o critério do valor de F, obtido na análise de variância, quanto maior o valor melhor será o ajuste do modelo, tendo como comparação a Tabela 2 constatou-se que os modelos hiperbólicos (2 e 3), se destacaram por apresentar o maior valor de F, quando comparados aos outros modelos, sendo estes representados por 250,1 e 249,7.

O valor ponderado dos escores dos parâmetros estatísticos leva em consideração todas as variáveis estatísticas consideradas como critérios e descritas anteriormente, sintetizando os resultados e facilitando o processo de seleção do melhor modelo matemático, com isso os modelos hiperbólicos apresentaram os menores escores, sendo o VP no valor de 3 e 7 para os modelos 2 e 3.

Conclusões

Tendo em vista a análise dos modelos hipsométricos propostos, verificou-se que os modelos hiperbólicos foram os que apresentaram resultados satisfatórios na mensuração de árvores da teca.

Referências

- CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; BARICHELO, L.R.; WATZLAWICK, L.F. Relação hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.45, p.57-68, 2002.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. Mensuração florestal: perguntas e respostas. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2017.
- COSTA, K. L. **Crescimento De *Tectona Grandis* (Teca) Em Sistema Silvicultural De Talhadia Composta Em Minas Gerais**. 2011. 77 f. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2011.
- MOURA, R. G. **Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de *Tectona grandis* Linn. f (Lamiaceae)**. Dissertação (Mestre em Ciências. Área de concentração: Silvicultura e Manejo Florestal) - Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2007.
- RIBEIRO, A.; FILHO, A. C. F.; MELLO, J. M.; FERREIRA, M. Z.; LISBOA, P. M. M.; SCOLFORO, J. R. S. Estratégias e metodologias de ajuste de modelos hipsométricos em plantios de *Eucalyptus* sp. Revista Cerne, Lavras, v. 16, n. 1, p. 22-31, 2010.
- SILVA, F. R. **Crescimento e produção de *Tectona grandis* Linn F em um plantio no município de Alta Floresta - MT**. 2012. 94 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Cuiabá, 2012.
- SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores. Textos técnicos. UFLA. Lavras. 1998. 310p.
- SOUSA, G. T. O.; AZEVEDO, G. B.; BARRETO, P. A. B.; JÚNIOR, V. C. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. **Revista Scientia Plena**, vol. 9, nº 4, 2013.