



É possível aplicar equações de biomassa individual obtidas em povoamentos de *Eucalyptus* sob alto fuste em áreas de talhadia? Um estudo de caso em Mogi Guaçu, SP

Jonatas Carlos da Silva¹
Lorena Paulina dos Santos²
Sara Bezerra Bandeira Milhomem³
Thiago Wendling Gonçalves de Oliveira⁴
Rute Berger⁵
Rodrigo Eiji Hakamada⁶

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco (jonatascarlos00@gmail.com), ²Universidade Federal Rural de Pernambuco (lorenaspaulina@gmail.com), ³Universidade Federal Rural de Pernambuco (sarabandeira.eng@gmail.com), ⁴Sylvamo do Brasil (thiago.oliveira@sylvamo.com), ⁵Universidade Federal Rural de Pernambuco (rute.berger@ufrpe.br), ⁶Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidad de Guadalajara (rodrigo.hakamada@ufrpe.br)

RESUMO: *O presente trabalho teve como objetivo ajustar equações de biomassa individual em clones de Eucalyptus spp. sob talhadia e comparar com os resultados obtidos por equações ajustadas sob alto fuste aos 36 meses de idade. O estudo foi realizado no município de Mogi Guaçu-SP e os dados de biomassa da segunda rotação foram coletados a partir da análise destrutiva de quatro clones e realizado o ajuste das equações por meio da análise de regressão, em que se utilizou como variável dependente a biomassa total de lenho (Bi), e as variáveis independentes, o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) e a altura total (H) das árvores. Dos quatro clones avaliados, em apenas um não houve diferença entre a biomassa individual estimada por meio das duas equações (E5) e os outros três (A1, C3 e G7) superestimavam a biomassa em média de 22%. com a estimativa pela equação obtida na talhadia. O desenvolvimento silvicultural dos genótipos pode influenciar na dispersão dos dados em relação ao ajuste entre equações ajustadas em duas rotações, a exemplo da maior mortalidade do clone C3, portanto, torna-se necessário o aprofundamento em outras variáveis de estudo para fortalecer o uso de mesmas equações ajustadas em diferentes rotações.*

Palavras-chave: Modelagem, produção, Eucalipto

Introdução

A produção florestal tem sido um importante setor econômico para o Brasil. O regime de talhadia, por sua vez, consiste na condução da rebrota em povoamentos florestais, o uso desse sistema pode ser uma alternativa viável para o manejo de plantios florestais, apresentando uma redução nos custos e obtenção de produtividades satisfatórias, desde que a disponibilidade de fatores de crescimento não seja diminuída (Gonçalves et al., 2014).

No Brasil, o ajuste independente tem sido amplamente aplicado em estudos visando à estimativa da biomassa florestal. Esta é uma técnica utilizada para estimar o acúmulo de biomassa seca nos povoamentos florestais, somado a isso, Magalhães et al. (2015) enfatiza em seus estudos a importância de estimar acuradamente a biomassa de todos os componentes da árvore, a fim de avaliar o balanço global de carbono. Portanto, essas técnicas são importantes para o manejo florestal no



Brasil, possibilitando a produção sustentável e melhor planejamento das operações florestais. Então, o presente trabalho busca questionar a estimativa de biomassa quando aplicadas equações ajustadas em rotações diferentes.

Material e métodos

O estudo foi realizado no município de Mogi-Guaçu (22°20'58"S, 46°58'16"W) localizado no nordeste do estado de São Paulo. O solo da área é um Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico, o clima da região é do tipo Cwa de acordo Köppen, com temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1200 mm.

Os dados de biomassa dos indivíduos foram coletados a partir da análise destrutiva dos clones A1 (*E. grandis* x *E. urophylla*), C3 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*), E5 (*E. urophylla*), G7 (*E. grandis* x *E. urophylla*) divididos em 5 classes de área seccional, para cada classe foi escolhida uma árvore-amostra, totalizando 5 árvores por clone. Após a derrubada, foram retirados discos (lenho + casca) com 3 cm de espessura no DAP, 0%, 25%, 50%, 75% e 100% (diâmetro de 5 cm) com base na altura total da árvore, após as coletas para determinação do teor de umidade, foram pesados separadamente todos os compartimentos aéreos das árvores no campo para obtenção do peso úmido total.

No laboratório foram pesadas todas as amostras coletadas de casca, lenho, galhos e folhas para determinação do peso úmido. Cada compartimento foi secado em estufa de ventilação forçada a 65°C. Após a obtenção da biomassa seca, foi realizado o ajuste das equações por meio da análise de regressão, em que se utilizou como variável dependente a biomassa de lenho (B_i), e as variáveis independentes, o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) e a altura total (H) das árvores. O modelo de Schumacher-Hall foi utilizado para ajustar equações de biomassa de lenho na segunda rotação (Tabela 1), e para a comparação com a equação de primeira rotação do povoamento foi utilizada a equação ajustada por Binkley et al. (2020). Foram avaliados como parâmetros estatísticos o R² ajustado e erro padrão da estimativa (Syx), além da análise de variância para os resultados obtidos na biomassa individual.



Tabela 1 – Equações ajustadas para biomassa de lenho na primeira e segunda rotação no modelo $Ln(Bi) = B0 + B1 \ln(DAP) + B2 \ln(H)$. 1ª rotação (Binkley et al. 2020)

1ª rotação							
Clone	B0	B1	B2	R ²	Erro padrão	DAP mínimo (cm)	DAP máximo (cm)
A1	- 5,1213	2,1142	1,1904	0,96	14,26	10,2	23,0
C3	-4,3563	1,9002	1,1107	0,97	14,18	6,5	22,9
E5	-3,9496	1,9995	0,9348	0,97	10,10	10,6	22,5
G7	-4,0187	2,0550	0,9372	0,98	12,35	9,2	23,6
2ª Rotação							
Clone	B0	B1	B2	R ²	Erro padrão	DAP mínimo(cm)	DAP máximo(cm)
A1	- 9,0648	-0,9931	5,1405	0,98	6,93	5,8	16,9
C3	-5,6896	0,7929	2,4889	0,99	4,14	4,46	12,54
E5	-1,5375	2,5717	-0,4373	0,97	14,64	7,0	17,4
G7	-6,0036	1,2670	2,2341	0,99	10,82	4,8	17,3

Resultados e discussão

As equações ajustadas sob regime de alto fuste e talhadia apresentaram pouca variação no R² ajustado, apresentando valores de 0,96 a 0,99, porém para o Syx as equações ajustadas na segunda rotação apresentaram resultados mais satisfatórios.

Na Figura 1, é possível observar que o genótipo E5 apresentou maior acúmulo de biomassa de lenho nas duas equações ajustadas com 55,98 ton ha⁻¹ utilizando a equação obtida na primeira rotação e 52,02 ton ha⁻¹ com a equação da segunda rotação, apresentando uma redução de 7%. No clone A1 foi estimado um acúmulo de 50,12 ton ha⁻¹ na primeira rotação e 38,57 ton ha⁻¹ com uma redução de 23%, o menor acúmulo de biomassa de lenho foi observado no clone C3 com 20,78 ton ha⁻¹ na primeira rotação e 16,13 ton ha⁻¹ na segunda rotação, apresentado uma redução de 22%. O genótipo G7 apresentou um acúmulo de 45,65 e 36,06 ton ha⁻¹, na primeira e segunda rotação, respectivamente, com uma redução de 21% na produção de biomassa seca de lenho.

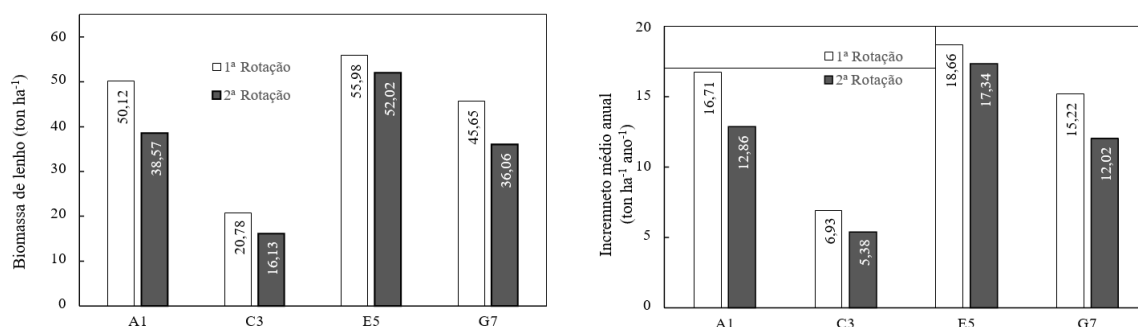


Figura 1. Estimativa do acúmulo de biomassa de lenho e incremento médio anual dos diferentes genótipos para equações ajustadas em primeira e segunda rotação.



Azevedo et al. (2011), ao avaliar modelos para estimar o volume de madeira de *Eucalyptus urophylla* em duas rotações, obtiveram valores de R² ajustado variando de 90,01% a 98,10%, no quais consideraram ótimos para o ajuste das equações e observaram o melhor ajuste para alto fuste ou talhadia com os modelos de Schumacher-Hall e Spurr. Avaliando a relação hipsométrica em regime de alto fuste e talhadia para *Eucalyptus urophylla*, Sousa et al. (2013), observaram que no povoamento sob o regime de talhadia houve maior variação dos parâmetros estatísticos e que cada regime demonstrou um comportamento diferente em relação a estatística do ajuste, evidenciando a necessidade de um modelo adequado para cada sistema silvicultural.

Considerando o valor de F calculado, a partir da análise de variância, tendo as equações como os tratamentos e a biomassa individual dos fustes (kg fuste^{-1}) como as repetições, foi possível observar que os clones A1, C3 e G7 apresentaram resultados com diferença significativa entre os valores obtidos com a equação da primeira e da segunda rotação. Com base na figura 2, é possível observar a relação entre os resultados obtidos de biomassa de lenho com as equações de primeira e segunda rotação, o clone A1 apresenta menor coeficiente de determinação entre as biomassas estimadas pelas duas equações e o clone E5, uma menor dispersão dos valores obtidos.

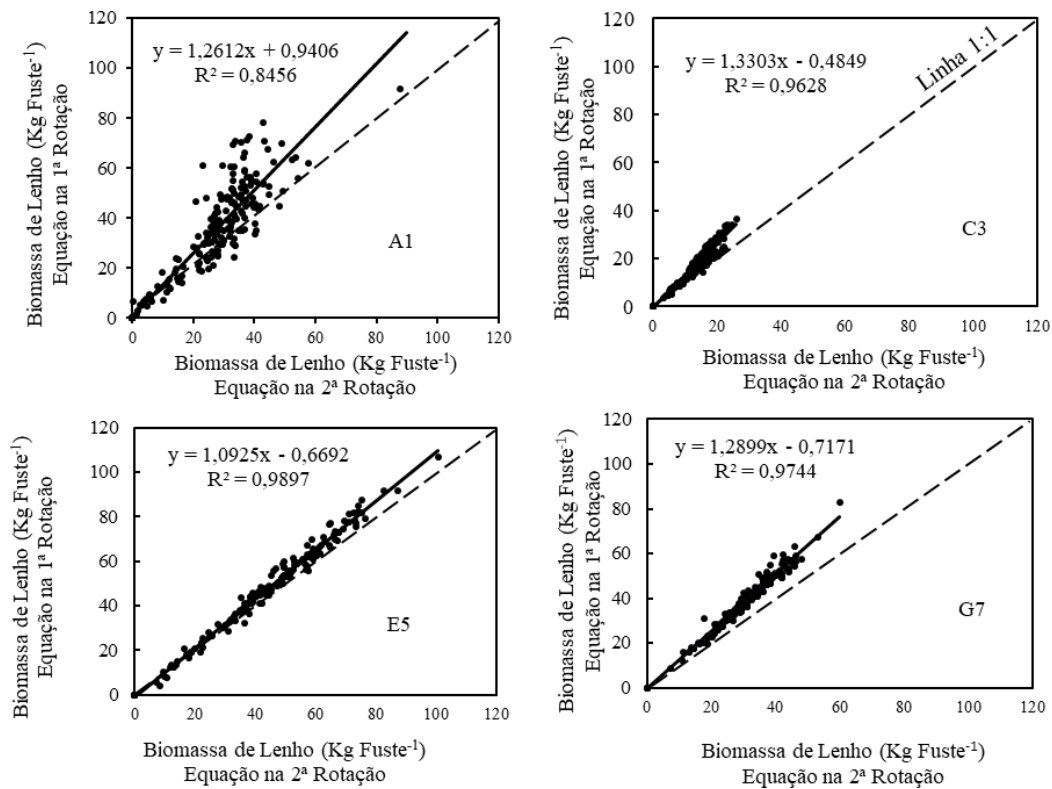


Figura 2. Relação da estimativa de biomassa de fuste obtida através de equações ajustadas em duas rotações para os quatro clones.

Os clones A1, C3 e G7 tiveram a biomassa individual superestimada em cerca de 22% quando aplicada a equação obtida na primeira rotação para a segunda rotação, sugerindo que o uso de equações ajustadas pode ser influenciado pelo comportamento silvicultural dos genótipos, visto que os clones A1 e C3 são os que apresentam menor sobrevivência e desta forma pode influenciar na maior dispersão dos dados. Aspinwall et al. (2011), destacam que em um povoamento clonal todas as árvores possuem a mesma capacidade genética de capturar recursos e convertê-los em estoque de biomassa, porém diversos outros fatores podem afetar a uniformidade do plantio, e uma vez afetada ela não poderá ser recuperada ao longo da idade do povoamento (Hakamada et al., 2015).

Conclusões

A equação ajustada para a primeira rotação, com maiores classes diamétricas, em alguns casos poderá superestimar estimativas de biomassa dos indivíduos sob talhadia. Estudos mais aprofundados que incluam distintas condições edafoclimáticas e genótipos podem esclarecer ainda mais a precisão do uso de equações para diferentes rotações em povoamentos florestais.



Agradecimentos

Agradecemos aos seguintes profissionais: Matheus Muniz, Flávio Mendes (AVB), Túlio Queiroz, Gabriela Moreira (Bracell), Franciele Oliveira, Elias Frank (CMPC), Amanda Franci, Raul Chaves, Jarbas Borges (DEXCO), Roosevelt Almado, Amanda Souza (Gerdau), James Stahl (Klabin), Rodrigo de Paula, Clayton Alcarde (Suzano), Thiago Oliveira, Pedro Pimenta, Karina Ferreira (Sylvamo), Mateus Gustavo, Thalyta Godinho (Vallourec), Otávio Campoe (UFLA), Pietro Fernandes (UFRPE), José Luiz Stape (UNESP), Gualter Silva (UFRN), Dan Binkley (CSU), Sarah Diniz e José Otávio Brito (IPEF) e todos os demais discentes e profissionais envolvidos no PCOPPICE.

Referências bibliográficas

DE AZEVEDO, G. B. et al. Estimativas volumétricas em povoamentos de eucalipto sob regime de alto fuste e talhadia no sudoeste da Bahia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 31, n. 68, p. 309-309, 2011. <https://doi.org/10.4336/2011.pfb.31.68.309>

ASPINWALL, M. J. et al. Genetic effects on stand-level uniformity and above-and belowground dry mass production in juvenile loblolly pine. *Forest Ecology and Management*, v. 262, n. 4, p. 609-619, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.029>

BINKLEY, D. et al. Variation in whole-rotation yield among Eucalyptus genotypes in response to water and heat stresses: The TECHS project. *Forest Ecology and Management*, v. 462, p.11795, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117953>

GONÇALVES, J. L. M. et al. Productivity of eucalypt plantations managed under high forest and coppice systems, depending on edaphoclimatic factors. *Scientia Forestalis*, v. 42, n. 103, p. 411-419, 2014.

HAKAMADA, R. E. et al. Uniformity between trees in a full rotation and its relationship with productivity in clonal eucalyptus. *Cerne*, v. 21, n. 3, p. 465-472, 2015. <https://doi.org/10.1590/01047760201521031716>

MAGALHÃES, T. M., & SEIFERT, T. Biomass modelling of *Androstachys johnsonii* Prain: a comparison of three methods to enforce additivity. *International Journal of Forestry Research*, p. 1-17, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/878402>

SOUSA, G. T. O. et al. Relações hipsométricas para *Eucalyptus urophylla* conduzidos sob regime de alto fuste e talhadia no Sudoeste da Bahia. *Scientia Plena*, v. 9, n. 4, 2013.

