

MODELAGEM HIPSOMÉTRICA DE CLONES DE *EUCALYPTUS spp.* NA CHAPADA DO ARARIPE– PE

Raíssa Santos Ferreira (1); Marcella Gomes de Barros Monteiro (1); Géssyca Fernanda de Sena Oliveira (2); Mayara Fernandes Costa Pedrosa (3); José Antônio Aleixo da Silva (4).

Universidade Federal Rural de Pernambuco, raissasferreira@gmail.com; marcella.monteiro@hotmail.com; eng.gessycasena@gmail.com; maynandes202@gmail.com; jaaleixo@gmail.com

Introdução

A Caatinga é um domínio que pode ser encontrado na região Nordeste do Brasil e em parte do estado de Minas Gerais que vem sendo, desde o século XVII, degradada por atividades agropecuárias e a pouco mais de meio século pela exploração da gipsita, mineral não metálico utilizado como componente na fabricação de cimento e por meio do processo de calcinação transformado em gesso (BARROS, 2009).

A região do Polo Gesseiro do Araripe em Pernambuco, é considerada a maior produtora de gesso, representando 98% da produção total do Brasil. De acordo com Gadelha (2015), as indústrias dessa região usam para a calcinação da gipsita a lenha advinda da Caatinga. Rocha (2012), afirma que menos de 5% da demanda energética da indústria do gesso é atendida com lenha proveniente dos planos de manejo florestal sustentado, cadastrados na região. Isso significa que a Caatinga está sendo explorada desordenadamente para fornecer a maior parte da lenha consumida, aumentando gradativamente a degradação da vegetação local afetando em geral a biodiversidade da região.

Uma alternativa viável para a demanda energética da região é a introdução de florestas plantadas de rápido crescimento com objetivo de suprir essa demanda. O Brasil possui 7,8 milhões de hectares de florestas plantadas (IBA, 2016). Essas florestas podem ser implantadas em áreas já desmatadas, o que diminui a pressão exercida sobre as florestas nativas, além de desempenharem um papel importante como alternativa de matéria-prima para indústria florestal, bem como para fins energéticos (SOARES et al., 2009). Nesse contexto, é imprescindível ter consciência do volume de madeira dessas áreas para planejar adequadamente o uso desse recurso e também para fortalecer o setor florestal na região.

A altura das árvores é uma informação fundamental para a obtenção de estimativas de volumes de povoamentos florestais. Essa variável pode ser obtida por meio de medições de árvores em pé ou abatidas, com uso de hipsômetros e trenas, ou mesmo por estimativas com o estabelecimento de relações hipsométricas (SCOLFORO et al., 1998). Segundo Scolforo (1993), a

relação hipsométrica é um fator de grande relevância a ser analisado no sistema de coleta de informações, pois a altura por ser uma variável difícil de ser mensurada, consome mais tempo de trabalho, além de ampliar a margem de erro na coleta dessa informação. Ao se estabelecer uma relação hipsométrica é possível estimar as alturas das árvores de uma determinada área ou povoamento florestal a partir do diâmetro à altura do peito (AZEVEDO et al., 1999).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo ajustar e selecionar modelos hipsométricos usando o DAP como variável independente para estimar as alturas de clones de *Eucalyptus* no Polo Gesseiro do Araripe –PE.

Metodologia

O estudo ocorreu em um experimento realizado na Estação Experimental, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizado no Polo Gesseiro do Araripe, no município de Araripina que teve início em 2010, com a implantação de 15 tratamentos (Tabela 1) conduzidos pelo sistema de manejo de alto fuste, formados por três clones plantados em cinco espaçamentos distintos. As mudas foram plantadas em covas previamente adubadas, mediante recomendações da análise de solo, com dimensões de 30 cm x 20 cm.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos avaliados no Módulo de Experimentação Florestal do Polo Gesseiro do Araripe, em Araripina –PE.

T	C	DESCRIÇÃO	MANEJO	E	D. P (m ²)	A. P. (m ²)	A. U. (m ²)
1	C41	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	ALTO FUSTE	2mx1m	14mx7m	98	50
2	C41	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	ALTO FUSTE	2mx2m	14mx14m	196	100
3	C41	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	ALTO FUSTE	3mx2m	21mx14m	294	150
4	C41	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	ALTO FUSTE	3mx3m	21mx21m	441	225
5	C41	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	ALTO FUSTE	4mx2m	28mx14m	392	200
6	C11	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	2mx1m	14mx7m	98	50

		<i>brassiana</i>	FUSTE				
7	C11	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	2mx2m	14mx14m	196	100
		<i>brassiana</i>	FUSTE				
8	C11	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	3mx2m	21mx14m	294	150
		<i>brassiana</i>	FUSTE				
9	C11	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	3mx3m	21mx21m	441	225
		<i>brassiana</i>	FUSTE				
10	C11	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	4mx2m	28mx14m	392	200
		<i>brassiana</i>	FUSTE				
11	C39	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	2mx1m	14mx7m	98	50
		<i>urophylla</i>	FUSTE				
12	C39	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	2mx2m	14mx14m	196	100
		<i>urophylla</i>	FUSTE				
13	C39	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	3mx2m	21mx14m	294	150
		<i>urophylla</i>	FUSTE				
14	C39	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	3mx3m	21mx21m	441	225
		<i>urophylla</i>	FUSTE				
15	C39	Híbrido de <i>Eucalyptus</i>	ALTO	4mx2m	28mx14r	392	200
		<i>urophylla</i>	FUSTE				

Em que: T = Tratamento; E = Espaçamento (m); D. P. = Dimensão da Parcela; A.P. = Área da Parcela; A. U = Área Útil.

Os dados foram coletados em Março de 2017 e foram obtidos diâmetros e alturas reais de 2.304 árvores distribuídas em 96 parcelas, onde a altura de todas as árvores de cada parcela foi medida utilizando um clinômetro eletrônico Haglöf. Além da mensuração das alturas foram coletadas as circunferências de cada árvore correspondente à altura de 1,3 m com ajuda de fitas métricas para estimar as alturas totais das árvores. Os dados foram anotados nas fichas de campo dos respectivos espaçamentos e posteriormente tabulados em planilhas do Excel.

Com posse dos dados coletados em campo utilizou-se o software R para fazer a análise estatística das variáveis mensuradas no teste de modelos hipsométricos, com o objetivo de selecionar os melhores modelos, determinando o equilíbrio entre o melhor ajuste e a menor

complexidade, ou seja, identificar modelos parcimoniosos que melhor representem o fenômeno. Foram testados os modelos citados na tabela 2. Os testes estatísticos utilizados para avaliar os modelos ajustados foram o R^2 ajustado, o Índice de Furnival e o Erro padrão residual.

Tabela 2 – Modelos testados para estimar a altura total (m).

Nº	MODELO	AUTOR
1	$\ln H = \beta_0 + \beta_1 \cdot \frac{1}{DAP} + \varepsilon_i$	Curtis
2	$H = \beta_0 + \beta_1 \cdot DAP + \beta_2 \cdot DAP^2 + \varepsilon_i$	Trorey
3	$H = \left(\frac{\beta_0}{1 + \beta_1 \cdot \exp(-\beta_2 \cdot DAP)} \right) + \varepsilon_i$	Logístico

Resultados e discussão

Os valores dos coeficientes e parâmetros estatísticos provenientes do ajuste dos três modelos hipsométricos testados para a estimativa da variável altura total (Ht), em função da variável independente diâmetro à altura do peito (DAP), para os clones de *Eucalyptus spp.* sob regime de alto fuste estão apresentados na Tabela 3.

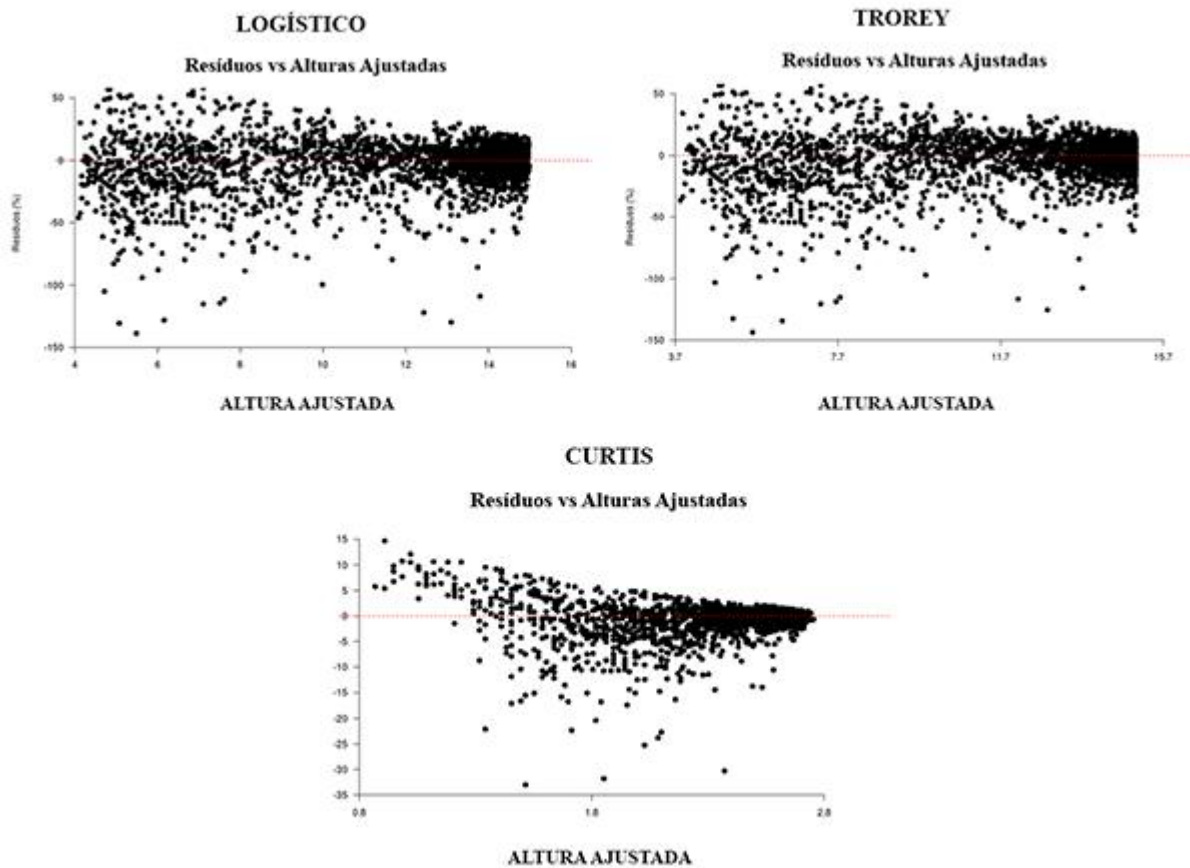
Tabela 3 – Coeficientes e Estatísticas das equações hipsométricas encontradas para clones de *Eucalyptus spp.* no Polo Gesseiro do Araripe.

Modelos	b_0	b_1	b_2	S_{xy} (%)	IF	$R^2_{(aj)}$
Logístico	15,0042	12,2910	7,4268	15,0615	1,7568	0,7777
Trorey	0,7354	0,6549	-0,0075	15,1735	1,7701	0,7759
Curtis	2,9203	-10,2597	-	9,5929	1,7050	0,7746

Em que: S_{xy} (%) = erro padrão da estimativa em percentagem corrigido pelo Fator de correção de Meyer; IF= Índice de Furnival; R^2_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado.

O modelo Logístico apresentou o maior R^2_{aj} 0,777 seguido do modelo de Trorey, já o modelo de Curtis apresentou o menor valor de R^2_{aj} 0,7746 e IF 1,7050 mas também apresentou o menor erro padrão de estimativa S_{xy} (%) de 9,5929%. É possível observar o comportamento dos modelos nos gráficos dos resíduos x alturas ajustadas. Por meio da análise dos gráficos é possível observar que o

modelo Logístico e o modelo de Trorey tiveram comportamentos mais parecidos apesar do modelo de Trorey ter apresentado melhor valor para o índice de Furnival.



Conclusões

O presente trabalho permite concluir que entre os três modelos testados o que obteve melhor resultado foi o modelo Logístico apesar de apresentar um R^2 ajustado de 0,7777. Um aumento no número de indivíduos mensurados poderia aumentar esse valor o que também não descarta a tentativa de ajustar outros modelos para a região.

Palavras-Chave: Modelos Hipsométricos; *Eucalyptus spp*; Semiárido.

Referências

AZEVEDO, C. P.; MUROYA, K.; GARCIA, L. C.; LIMA, R. M. B.; MOURA, J. B.; NEVES, E. J. M. Relação hipsométrica para quatro espécies florestais em plantio homogêneo e em diferentes idades na Amazônia ocidental. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p. 5-29, 1999.

BARROS, B. C. de. Volumetria, densidade, carbono e calorimetria de espécies nativas e exóticas no Polo Gesseiro do Araripe-PE. 67f. Dissertação de Mestrado em Ciência Florestal. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE. 2009.

GADELHA, F. H. L. et al. Produtividade de clones de eucaliptos em diferentes sistemas de manejo para fins energéticos. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 35, n. 83, p. 263-270, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES – IBA. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2017.

ROCHA, K. D. Produtividade volumétrica de clones de Eucalyptus spp. na Região do Polo Gesseiro do Araripe. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife – PE, 2012, 110 p.

SCOLFORO, J. R. Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras, ESAL/FAEPE, 1993. 292p. 3.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Biometria Florestal: medição e volumetria de árvores. Textos técnicos. UFLA. Lavras. 1998. 310p.

SOARES, C. P. B. et al. Predição do crescimento em povoamentos clonais de eucalipto não desbastados utilizando matriz de transição não estacionária. Revista Árvore. Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 831-840, 2009.