

224

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Dezembro, 2016**Autores****Thomaz Correa e Castro da Costa**Eng.-Florestal, Doutor,
Pesquisador em
Geoprocessamento da
Embrapa Milho e Sorgo,
Rod. MG 424 km 45, Cx P.
151, CEP 35701-970 Sete
Lagoas, MG,
thomaz.costa@embrapa.br**Mônica Matoso Campanha**Eng.-Agrôn., Ph.D. em
Fitotecnia, Pesquisadora da
Embrapa Milho e Sorgo,
Rod. MG 424 km 45, Cx P.
151, CEP 35701-970 Sete
Lagoas, MG,
monica.matoso@embrapa.
br**Miguel Marques Gontijo Neto**Eng.-Agrôn., D. Sc.,
pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Rod. MG
424, km 45, Cx P. 151, CEP
37701-970, Sete Lagoas,
MG,
miguel.gontijo@embrapa.
br

Quantificação de Madeira Roliça de Eucalipto Comparada a Valoração em Metro Cúbico e Lenha: Opções de Renda em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)

Resumo

O mercado de madeira serrada e roliça de florestas plantadas vem crescendo nos últimos anos. Com a queda da demanda de lenha para o mercado interno, agricultores que investiram em pequenos povoamentos florestais, como no sistema iLPF, visando a venda da madeira em 5 a 7 anos, tem a oportunidade de ofertar madeira com maior valor agregado. Mas a dificuldade em estimar quantas peças de madeira podem ser beneficiadas de seu povoamento torna oportuna uma relação comercial desvantajosa para o produtor, que tem sua madeira avaliada em pé, pelo fato do mercado valorar a madeira em volume (metros cúbicos ou estéreo). Esta condição possibilita ao comprador aferir um lucro muito maior que o do produtor, após beneficiamento da madeira. O objetivo deste documento é apresentar uma metodologia para auxiliar o produtor nesta negociação, estimando o rendimento de peças comercializáveis de madeira, por meio da modelagem do afilamento e implementação de um algoritmo para compartimentar árvores. O produtor poderá comparar o valor de venda destas peças com o valor oferecido em metros cúbicos pelo comprador. A metodologia, aplicada em um eucalipto de 8 anos com densidade de 333 árvores por hectare no sistema ILPF, mostrou que o valor aferido pela venda de peças de madeira está entre 7 a 8 vezes maior do que o valor recebido pelo produtor pela venda da madeira para ser beneficiada.

O Valor da Madeira de Eucalipto para o Produtor Rural

O mercado de madeira serrada e roliça de florestas plantadas está em crescimento. Mourões tratados, esticadores, postes, madeira para escoramento na construção civil, em estruturas de entretenimento, em telhados, são demandas crescentes. Por outro lado, a crescente oferta de florestas plantadas, principalmente de eucalipto, que já ocupa mais de 7 milhões de hectares no Brasil (IBGE, 2016), e a queda de demanda do ferro gusa, devido à concorrência externa e ao desaquecimento da economia, afetando também os consumidores de lenha no mercado interno, desvalorizaram os preços de carvão e lenha, em um horizonte de queda que já dura aproximadamente 8 anos, em contraposição a uma inflação (IPCA), que variou entre 4,31 a 10,67% ao ano.

Neste cenário, agricultores que adotaram o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), e outros produtores que investiram em pequenos povoamentos florestais na sua propriedade, visando a obtenção de renda com a venda da madeira em um prazo de 5 a 7 anos, tem a oportunidade de ofertar madeira com maior valor agregado. Mas, como o mercado valora a madeira em volume (metros cúbicos ou estéreo), pela dificuldade em estimar produtos madeireiros, o produtor, ao vender a madeira em pé, não sabe quantas peças serão beneficiadas de suas árvores. Esta situação favorece uma relação comercial desvantajosa para o produtor, que não tem ciência de quantas peças de madeira seu povoamento poderia render, dando ao comprador a vantagem de aferir um lucro muito maior que o do produtor, após beneficiamento da madeira.

Para obter a divisão de peças de madeira de uma árvore é preciso conhecer o diâmetro do tronco em qualquer altura da árvore, e a respectiva altura nesse diâmetro a partir de relações de afileamento, que descrevem a forma da árvore. Os modelos para estimar a forma da árvore começaram com funções de regressão linear e não linear e, mais recentemente, usando redes neurais (SILVA et al., 2016a, 2016b; ANDRADE, 2014; SOUZA et al., 2008). Esses modelos são utilizados no desenvolvimento de algoritmos para desmembrar a madeira em multiprodutos (OLIVEIRA et al., 2011; SOARES, 2003a, 2003b; CHICHORRO et al., 2003).

Oliveira et al. (2011) desenvolveram um software de modelagem e simulação para manejo florestal, que inclui desbastes, multiprodutos, projeções futuras e pretéritas. Com parâmetros da nossa amostra, foi simulado um resultado no software "SisEucalipto", encontrando-se divergências, que podem talvez ser melhoradas com simulação de outros parâmetros, como

homogeneidade das árvores por exemplo. As diferenças ocorreram na distribuição de diâmetros e no volume total. Outra diferença está na saída de resultados, pois o software não contabiliza o número de peças, calcula somente o volume total da finalidade da madeira. Mas não é difícil implementar esta saída no software já desenvolvido pela Embrapa Florestas.

O software é de fácil compreensão e exige poucos parâmetros, assumindo distribuições de modelos conhecidos. Uma questão sobre a capacidade de modelagem dos povoamentos, são os povoamentos que divergem das distribuições esperadas, como os mal manejados, com ataque de formiga, alta mortalidade, retirada não sistemática de árvores etc. Neste caso é provável que os modelos não consigam simula-los com precisão, pois o software não usa dados de amostragem por árvore. No caso do algoritmo proposto neste trabalho, que usa amostragem representativa do povoamento, além da saída de produtos selecionados, a estimativa torna-se mais exata.

Já Soares et al. (2003a) otimizou o rendimento da madeira entre energia, serraria e celulose, baseado em volume. Acharam comprimentos ótimos para reduzir a quantidade de madeira não aproveitada na árvore. A rotina proposta neste documento tem lógica diferente, porque seleciona produtos definidos pelo mercado, começando a dividir a árvore pelos produtos de maiores dimensões (diâmetro e comprimento), que são as peças de maior valor. A sobra de madeira, que pode ser calculada pela diferença entre o volume total de peças e o volume do povoamento, seria destinada para produtos menos nobres (lenha, cavacos, por exemplo). No presente trabalho verificou-se que, à medida que o povoamento avança na idade, a sobra de madeira cai acentuadamente.

E, no trabalho de Chichorro et al. (2003), foi considerada apenas a quantificação de toras para madeira serrada, compartimentando a árvore por meio de dois parâmetros: diâmetro mínimo e comprimento da tora. Para comparar os resultados é preciso trocar o diâmetro e/ou o comprimento e executar a rotina novamente. A proposta implementada neste documento é completa comparada ao procedimento de Chichorro. A árvore é desmembrada em todas as peças possíveis, rastreando os diâmetros da seção e comprimentos, em uma única execução.

Pelo fato da quantificação em peças de madeira roliça não ser obtida pelos algoritmos existentes, foi elaborado um algoritmo com o intuito de calcular a quantidade de peças de madeira roliça e sua valoração, comparada a alternativa de venda da madeira para tratamento ou energia, valorada em metros cúbicos. O que visa auxiliar o produtor na negociação de venda do seu povoamento de eucalipto.

O Sistema de Integração Lavoura-pecuária-floresta (iLPF)

Usou-se como exemplo para aplicação da metodologia, um iLPF com 6 renques de 100 metros de *Eucalyptus urophylla* cv. GG100 cm, no espaçamento de 15 metros entre renques e 2 m entre árvores no renque, na densidade de 333 árvores/ha, plantado em fevereiro de 2009. Em outubro de 2010, realizou-se o plantio, entre os renques de eucalipto, de sorgo forrageiro BRS610 (*Sorghum bicolor*) consorciado com capim (*Urochloa sp.*) e, em outubro de 2011, foi implantado entre os renques de eucalipto o cultivar de milho BRS 1040 (*Zea mays*) com capins (*Urochloa sp.*), no espaçamento de 0,7 m nas entrelinhas, em sistema plantio direto, com distância de 1 m entre a primeira linha de semeadura do milho/capim e as linhas de eucalipto. Após a colheita do milho em maio de 2012, as áreas

permaneceram com pastagens até o presente momento (2017).

Inventário Florestal

O povoamento foi mensurado de 2010 a 2016, com intensidade amostral de 10% (entre 6 e 7 árvores por linha). As árvores foram mensuradas à 1,30 m, diâmetro à altura do peito (DAP), e pela altura total (h).

Observa-se uma sutil mudança de tendência no crescimento do DAP e da altura entre 2012 e 2014, provavelmente provocada pelos baixos índices pluviométricos neste período, que levou a uma queda acentuada do excedente hídrico e aumento do déficit (Figura 1).

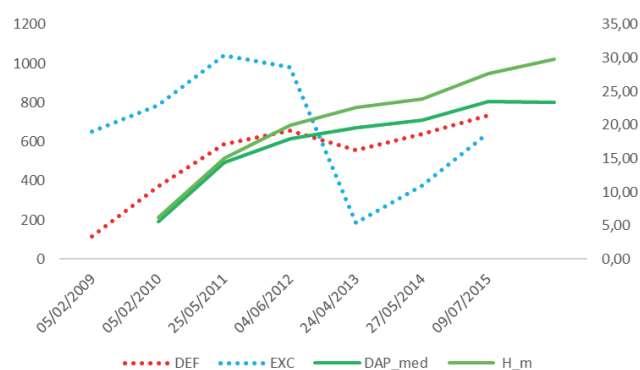


Figura 1. Período de crescimento do Dap (cm) e H (m) entre 2010 e 2016 acompanhado do balanço hídrico (excedente e déficit hídrico (mm) diários acumulados nos períodos de medição).

O volume por árvore foi estimado por uma equação do modelo de Schumacher e Hall (SCHUMACHER; HALL, 1933; SILVA et al., 2009, 2016a, 2016b), que foi ajustado com 24 dados médios, secundários, de 2036 árvores provenientes de 8 materiais genéticos comerciais, entre 4 e 5 anos de idade, que estão apresentados na Tabela 3 em Oliveira et al. (2009). Não se utilizou dados das árvores do povoamento cubadas rigorosamente para ajuste da equação de volume devido a pequena amostra de 12 árvores.

Cubagem Rigorosa

Para a cubagem rigorosa foram abatidas 12 árvores em outubro de 2014, duas por renque, seccionando-se as árvores em 2,2 m, até a última seção completa, e medindo-se a maior e menor circunferência de cada seção (extremidades). As 12 árvores geraram 122 observações para o ajuste do modelo de Taper. Para cada árvore, obteve-se a circunferência a 1,30 m do solo e a altura total. A fórmula do cálculo do volume por seção foi a de Smalian (PAULA NETO, 1976).

Modelo de Taper para Diâmetro ao Longo da Seção do Tronco

A conicidade do fuste de árvores de eucalipto clonado pode variar sutilmente conforme a densidade do plantio. Segundo Schneider (2008), citado por Souza et al. (2016), em árvores médias ou dominadas sujeitas à competição intensa, há uma tendência de ocorrer um maior incremento nas posições superiores do fuste, de tal maneira que estas árvores adquirem uma forma mais cilíndrica. Por outro lado, nos arranjos em iLPF, com grandes distâncias entre os renques, espera-se maior conicidade das árvores. Para modelar a forma da árvore são utilizados modelos de Taper, que são ajustados com dados da cubagem rigorosa.

Para obter o rendimento de produtos madeireiros, como forma de avaliar o retorno econômico do componente florestal no iLPF foi utilizado o modelo de Taper (afilamento) de Kozak et al. (1969), que relaciona medidas de DAP (diâmetro a altura do peito, medido a 1,30 m) e h (altura) com seções e comprimentos ao longo do tronco, permitindo obter estimativas do diâmetro da seção e comprimento em qualquer seção do tronco.

Sendo:

$$\left(\frac{d_i}{d}\right)^2 = \beta_0 + \beta_1 \frac{h_i}{h} + \beta_2 \left(\frac{h_i}{h}\right)^2 + \varepsilon \quad \hat{d}_i = d \sqrt{\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \frac{h_i}{h} + \hat{\beta}_2}$$

d_i = diâmetro da seção do tronco (cm),

d = DAP (diâmetro a 1,3 m),

h_i = altura da seção (m),

h = altura total (m),

$\beta, \beta_0, \beta_1, \beta_2$ = coeficientes da equação.

Estimativa do Rendimento do Eucalipto em Peças de Madeira Roliça

O volume (metros cúbicos ou estéreo) pode ser estimado previamente por meio de um inventário florestal. Após a exploração da madeira, e antes do transporte, no carregamento do caminhão é realizada a cubagem, em estéreo, pelo empilhamento da madeira para obter o volume real do povoamento explorado.

O desdobramento em peças comercializáveis foi estimado por um algoritmo desenvolvido em Visual Basic for Applications (VBA) em Excel® para estimar a quantidade de peças de madeira roliça que um povoamento pode render, subdividindo cada árvore amostrada no povoamento em peças de madeira mais vendidas no mercado (Tabela 1). O algoritmo para quantificação de peças aplica a equação de Taper para segmentar a árvore, do produto de maior dimensão para o menor, utilizando a quantidade de árvores amostradas na Tabela 2.

E o resultado da quantificação de peças para as árvores amostradas no inventário de 2010 a 2016 é informado na Tabela 3.

Tabela 2 Cont. Número de árvores mensuradas por classes de diâmetro (d_i) e altura (h_i), de 2010 a 2016.

03/09/2016*																
d_i (cm)	h_i (m)															
	(4,6]	(6,8]	(8,10]	(10,12]	(12,14]	(14,16]	(16,18]	(18,20]	(20,22]	(22,24]	(24,26]	(26,28]	(28,30]	(30,32]	(32,34]	(34,36]
(2,4]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4,6]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(6,8]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(8,10]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(10,12]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(12,14]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(14,16]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(16,18]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(18,20]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(20,22]	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	2	2	1	1
(22,24]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	8	1	1
(24,26]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	2	0
(26,28]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1
(28,30]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*desbaste realizado em metade do povoamento anteriormente a mensuração realizada em 03/09/2016.

Na avaliação da Tabela 3 nota-se que o melhor período para corte do povoamento de eucalipto foi em 2015 (aos 7 anos de idade), tanto para quantificação dos produtos, como para tratamento ou lenha, considerando o VPL. Essa avaliação é correta para quantificações por volume, mas não é adequada para quantificação por produtos, devido a maior valorização de madeira para serraria ou roliça de maiores dimensões. Neste exemplo o período foi o mesmo para os 3 VPLs, mas quando o povoamento atingir 2017, 2018, e outros anos futuros, uma maior quantidade de árvores terá dimensões de maior valor, incluindo madeira serrada e, neste caso, o preço poderá compensar a queda no incremento corrente anual, resultando em lucro maior do que os aferidos em anos anteriores.

Mas o resultado mais importante é resumido na Tabela 4. Nesta, constata-se que o valor aferido pela venda de peças de madeira roliça está entre 7 a 8 vezes maior do que o valor recebido pelo produtor pela venda da madeira para ser beneficiada, ou seja, o lucro é de mais de 700% para o beneficiador, sem considerar outros custos da atividade. Nota-se também que o lucro para o produtor com a venda do povoamento em pé para energia está entre quatro a duas vezes menor, comparado a opção de venda da madeira para tratamento.

Tabela 3. Quantificação de peças de eucalipto de 2010 a 2016 na amostra de árvores mensuradas, projetada para as 333 árvores do povoamento, com sua valoração em Valor Presente Líquido (VPL), na data do plantio (05/02/2009), comparada a valoração da venda da madeira para tratamento e para energia (lenha).

Peça	Utilização	05/02/ 2010	25/05/ 2011	04/06/ 2012	24/04/ 2013	27/05/ 2014	09/07/ 2015	03/09/ 2016
1	Cercas	0	42	48	40	41	45	43
2	Escoramento para fruticultura	0	28	44	41	40	31	40
3	Esticador para fruticultura/instalação de telas	0	36	31	34	33	38	38
4	Esticador intermediário	0	40	39	47	40	35	35
5	Esticador para cerca	0	28	39	38	37	41	38
6	Esticador para cerca/ curral intermediário	0	2	38	40	36	40	48
7	Esticador para cerca, curral canto, cancela	0	0	18	25	15	22	19
8	Postes	0	0	2	12	31	51	51
9	Madeira serrada	0	0	0	0	0	0	0
Total*1		0	176	259	277	273	303	312
Amostra (árvores mensuradas)		36	42	41	40	40	40	38
Povoamento (333 arv.ha⁻¹)								
1	Cercas	0	460	439	524	516	450	543
2	Escoramento para fruticultura	0	404	536	466	450	466	473
3	Esticador para fruticultura/instalação de telas	0	285	325	366	391	400	456
4	Esticador intermediário	0	222	520	475	433	400	438
5	Esticador para cerca	0	0	162	383	391	466	508
6	Esticador para cerca/ curral intermediário	0	0	16	92	241	316	351
7	Esticador para cerca, curral canto, cancela	0	0	0	8	50	191	158
8	Postes	0	0	0	8	17	108	105
9	Madeira serrada	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	1.372	1.998	2.323	2.489	2.797	3.032
Custo de plantio corrigido para 2009			1.938	1.938	1.938	1.938	1.938	1.938
Custo de corte, processamento e transporte corrigido para 2009			1.826	1.826	1.826	1.826	1.826	1.826
Valor (R\$/ha) para total de peças (produtos)			9.310	17.901	25.090	30.965	55.012	56.401
Valor (R\$ ha ⁻¹) corrigido para 2009			7.948	14.238	18.774	21.496	35.364	33.485
VPL1 ²			4.184	10.474	15.010	17.732	31.599	29.721
V (m ³ /arv.) ³		0,011	0,115	0,211	0,271	0,315	0,440	0,455
V (m ³ /ha)		3,5	38,2	70,3	90,2	104,8	146,4	151,4
Valor (R\$/ha) para tratamento ⁴			2.355,9	4.333,2	5.556,4	6.457,0	9.019,1	9.328,9
Valor (R\$ ha ⁻¹) corrigido para 2009			2.011,4	3.446,5	4.157,7	4.482,5	5.797,8	5.538,5
VPL2 ⁵			73,4	1.508,5	2.219,7	2.544,5	3.859,8	3.600,5
Valor (R\$/ha) para energia ⁶			1.432,2	2.634,2	3.377,9	3.925,4	5.482,9	5.671,2
Valor (R\$ ha ⁻¹) corrigido para 2009			1.222,7	2.095,2	2.527,5	2.725,0	3.524,5	3.366,9
VPL3 ⁷			-715,2	157,2	589,6	787,0	1.586,6	1.429,0

*1 peças selecionadas com dimensões reduzidas em 20% (volume máximo de casca) (PEREIRA et al., 2000).

*2 VPL1 = (valor presente líquido da produção - custos de plantio - custo de corte, processamento e transporte). Custos de plantio = R\$ 3.014,75 (GIRARDI, 2015). Custo de corte (LEITE et al., 2014); Custo de processamento e transporte (MACHADO et al., 2015).

*3 calculado pela equação de volume ajustada do modelo de Schumacher e Hall (1933).

*4 assumindo o valor de R\$ 61,62/m³ para venda de madeira para tratamento consultado em <http://www.iea.sp.gov.br/out/florestas.php>.

*5 VPL2 = (valor presente líquido da venda da produção para tratamento - custos de plantio).

*6 assumindo o valor de R\$ 42,26/m³ para venda de madeira para energia (lenha) (IBGE, 2016).

*7 VPL3 = (valor presente líquido da venda da produção para energia - custos de plantio).

Tabela 4. Relações entre Valor Presente Líquido da produção (VPL1) na data de plantio (05/02/2009), da venda de produtos do povoamento (peças de madeira roliça), da produção vendida por metro cúbico para tratamento (VPL2) e da produção vendida para lenha (VPL3).

	24/04/2013	27/05/2014	09/07/2015	03/09/2016
VPL1*1 (R\$)	15.009,6	17.731,8	31.599,3	29.720,5
VPL2 *2 (R\$)	2.219,7	2.544,5	3.859,8	3.600,5
VPL3 *3 (R\$)	589,6	787,0	1586,6	1429,0
VPL1/VPL2	7	7	8	8
VPL1/VPL3	25	23	20	21
VPL2/VPL3	4	3	2	3

*1 VPL1 = (valor presente líquido da produção - custos de plantio - custo de corte, processamento e transporte). Vide Tabela 3.

*2 VPL2 = (valor presente líquido da venda da produção para tratamento - custos de plantio). Vide Tabela 3.

*3 VPL3 = (valor presente líquido da venda da produção para energia - custos de plantio). Vide Tabela 3.

Conclusão

Geralmente a comercialização da madeira é realizada baseada no inventário florestal estimando apenas o volume de madeira (m³ ou estéreo), mas a realização do inventário florestal, considerando a estratificação de produtos da madeira, pode auxiliar o produtor a valorar e negociar melhor sua produção. Com a metodologia apresentada, que fornece a quantidade de peças de madeira roliça no povoamento de eucalipto, e faz uma análise econômica comparativa com outras formas de comercialização, o produtor pode tomar melhores decisões para venda da sua madeira.

Referências

ANDRADE, V. C. L. Modelos de taper do tipo expoente-forma para descrever o perfil do fuste de árvores. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 34, n. 80, p. 271-283, out./dez. 2014.

CHICHORRO, J. F.; RESENDE, J. L. P.; LEITE, H. G. Equações de volume e de taper para quantificar multiprodutos da madeira em floresta atlântica. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 799-809, 2003.

GIRARDI, J. N. **Tratamento para preservação: madeiras roliças**. 4. ed. rev. Curitiba: Emater, 2015. 3 p.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**: tabelas completas: grandes regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2015/default_xls.shtm>. Acesso em: 16 jun. 2016.

KOZAK, A.; MUNRO, D. D.; SMITH, J. G. H. Taper functions and their applications in forest inventory. **Forest Chronicle**, v. 45, n. 4, p. 278-283, 1969.

LEITE, E. S.; FERNANDES, H. C.; GUEDES, I. L.; AMARAL, E. J. Análise técnica e de custos do corte florestal semi-mecanizado em povoamentos de eucalipto em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 3, p. 637-643, 2014.

MACHADO, L. R.; GURGEL, A. C.; GAMEIRO, A. H. Dimensionamento e análise financeira de sistema de corte, carregamento e transporte de eucalipto. **Empreendedorismo, Gestão e Negócios**, v. 4, n. 4, p. 212-237, mar. 2015.

OLIVEIRA, E. B. de; HALISKI, M.; NAKAJIMA, N. Y.; CHANG, M. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

OLIVEIRA, M. L. R.; LEITE, H. G.; GARCIA, S. L. R.; CAMPOS, J. C. C.; SOARES, C. P. B.; SANTANA, R. C. Estimção do volume de árvores de clones de eucalipto pelo método da similaridade de perfis. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 133-141, 2009.

PAULA NETO, F. de. **Notas de aulas de mensuração florestal**. Viçosa, MG: Escola Superior de Florestas, 1976.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 38).

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber-tree volume. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 47, n. 9, p. 719-734, 1933.

SILVA, S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LEITE, H. G.; OBOLARI, A. M. M.; SCHETTINI, B. L. S. Avaliação do uso de regressão e rede neural artificial para modelagem do afilamento do fuste de eucalipto em sistema silvipastoril. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 189-199, 2016a.

SILVA, M. L. M. da; BINOTI, D. H. B.; GLERIANI, J. M.; LEITE, H. G. Ajuste do modelo de Schumacher e Hall e aplicação de redes neurais artificiais para estimar volume de árvores de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1133-1139, 2009.

SILVA, J. P. M.; LEITE, M. V. S.; SOUZA, D. C.; CABACINHA, C. D.; ASSIS, A. L. de. Redes neurais artificiais para estimar volume

comercial e total de *Eucalyptus* spp. In: SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL DA BAHIA, 4.; MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS DA UESB, 1., 2016, Vitória da Conquista. **Perspectiva das florestas plantadas brasileiras: anais**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016b. Disponível em: <<http://www.uesb.br/eventos/seeeflor/publicacoes/2016/REDES%20NEURAS%20ARTIFICIAIS%20PARA%20ESTIMAR%20VOLUME%20COMERCIAL%20E%20TOTAL%20DE%20Eucalyptus%20spp.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

SOARES, T. S.; VALE, A. B.; LEITE, H. G.; MACHADO, C. C. Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003a.

SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A.; VALE, A. B. Avaliação econômica de um povoamento de *Eucalyptus grandis* destinado a multiprodutos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 689-694, 2003b.

SOUZA, C. A. M.; SILVA, G. F.; XAVIER, A. C.; CHICHORRO, F.; SOARES, C. P. B.; SOUZA, A. L. Avaliação de modelos de afilamento segmentados na estimção da altura e volume comercial de fustes de *Eucalyptus* sp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 453-463, 2008.

SOUZA, R. R.; NOGUEIRA, G. S.; MURTA JÚNIOR, L. S.; PELLI, E.; OLIVEIRA, M. L. R.; ABRAHÃO, C. P.; LEITE, H. G. Forma de fuste de árvores de *Eucalyptus* em plantios com diferentes densidades. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 109, p. 33-40, 2016.

**Circular
Técnica, 224**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027 1100

Fax: (31) 3027 1188

www.embrapa.br/fale-conosco

1ª edição

Versão Eletrônica (2016)

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

**Comitê de
publicações**

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.

Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*

Membros: *Antonio Cláudio da Silva Barros,
Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia
Ferreira Simeone, Monica Matoso Campanha,
Roberto dos Santos Trindade e Rosângela Lacerda
de Castro.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Cláudio da Silva Barros.*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de
Castro.*

Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*

Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*