Brazilian Applied Science Review

CalcMadeira – cálculo de peças de madeira roliça e serrada

CalcMadeira – calculation of round and square pieces of wood

Recebimento dos originais: 20/04/2018
Aceitação para publicação: 30/05/2018

Thomaz Correa e Castro da Costa
Doutor em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Embrapa
Endereço: Rod. MG 424 KM 45 35702-098 Sete Lagoas, MG
E-mail: thomaz.costa@embrapa.br

Monica Matoso Campanha
Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Embrapa
Endereço: Rod. MG 424 KM 45 35702-098 Sete Lagoas, MG
E-mail: monica.matoso@embrapa.br

Luiz Fernando Maciel França
Graduado em Sistemas para Internetpelo Centro Universitário de Belo Horizonte (UniBH)
Instituição: SIG Soluções em Informática Ltda
Endereço: Rua João Pereira Amorim, 700 Jardim Arizona, Sete Lagoas, MG
E-mail: luiz@siginformatica.com.br

Miguel Marques Gontijo Neto
Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa
Instituição: Embrapa
Endereço: Rod. MG 424 KM 45 35702-098 Sete Lagoas, MG
E-mail: miguel.gontijo@embrapa.br

RESUMO

O mercado valora a madeira em volume (metros cúbicos ou estéreo), pela dificuldade em estimar produtos madeireiros, e o produtor, ao vender a madeira em pé, não sabe quantas peças podem ser beneficiadas de suas árvores. Para obter esta informação foram desenvolvidas rotinas para estimar a quantidade de peças de madeira roliça e de madeira serrada que um conjunto de árvores pode fornecer. O desenvolvimento foi em Visual Basic for Applications (VBA) e Python, para peças de madeira roliça mais vendidas no mercado, e peças de madeira serrada informadas na NBR. Para madeira serrada foram simulados três métodos de desdobro. A lógica adotada é a prioridade da maior dimensão em largura e espessura, usando funções dendrométricas e relações trigonométricas. As rotinas visamfacilitar ao usuário o cálculo da receita de sua madeira de acordo com os produtos que serão gerados de um povoamento florestal a ser explorado. Os potenciais usuários são produtores rurais e empresas que plantam florestas, e empresas de desdobro da madeira de eucalipto

(serrarias) que vendem, compram madeira em pé.

Palavras-chave: florestas plantadas, software, multiprodutos, eucalipto.

ABSTRACT

The market values wood in volume (cubic meters or stereo) because of the difficulty in estimating timber products, and the producer, when selling standing timber, does not know how many pieces can benefit from his trees. To obtain this information, routines have been developed to estimate the amount of planks of lumber and lumber that a set of trees can provide. The development was in Visual Basic for Applications (VBA) and Python, for the most sold roundwood pieces on the market, and lumber pieces reported in the NBR. Three sawing methods were simulated for lumber. The adopted logic is the priority of the largest dimension in width and thickness, using dendrometric functions and trigonometric relations. The routines aim to facilitate the user to calculate the revenue of their wood according to the products that will be generated from a forest stand to be explored. Potential users are farmers and forest-planters, and eucalyptus lumber companies (sawmills) that sell, buy standing timber.

Keywords: planted forests, software, multiproducts, eucalyptus.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O uso de ferramentas computacionais para estimar multiprodutos de árvores não é recente, mas em sua maioria, buscam a otimização entre madeira para energia, serraria e celulose, baseada em volume. Um exemplo está em Soares et al. (2003), que indicaram comprimentos ótimos de toras visando reduzir a quantidade de madeira não aproveitada na árvore. Já Chichorro et al. (2003) trabalharam na quantificação de toras para madeira serrada, compartimentalizando a árvore por meio do diâmetro mínimo e do comprimento da tora.

Dentre as ferramentas computacionais no Brasil que agregam outras funcionalidades, está o SisEucalipto, desenvolvido pela Embrapa, que executa a modelagem e simulação para manejo florestal, incluindo desbastes, multiprodutos e projeções futuras (OLIVEIRA, 2011). Para isso, o programa requer poucos parâmetros e assume modelos de distribuições de diâmetro e altura (OLIVEIRA et al., 2011). Outro programa é o SigmaE, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, que inclui o modelo SawModel, para projeções e otimização do desdobro da madeira (NUNES, 2013). Dentre as aplicações comerciais que propõe o desdobramento da madeira, estão o MaxTora, da empresa OpTimber, e o CutLog da empresa Tekl STUDIO (TEKL STUDIO, 2018). Na maioria dos programas, o fundamento da solução é por pesquisa operacional, técnica aplicada para otimização das dimensões de peças selecionadas em uma seção do tronco.

A rotina proposta neste trabalho tem lógica diferente, comparada às apresentadas, pois usa a amostragem do povoamento para quantificar número e volume de peças, selecionando as peçaspela divisão da árvore usando uma ordem de maiores dimensões para menores dimensões

(diâmetros e comprimento para madeira roliça, e comprimento, largura e espessura para madeira serrada), aplicando métodos de desdobro convencionais,a partir de relações trigonométricas, mais próximos dos praticados na maioria das serrarias.

Verifica-se, assim, nichos diferentes para cada aplicação, que vai do planejamento até a quantificação mais exata de multiprodutos, da complexidade até a facilidade de acesso à informação, e do custo benefício para se obtê-la. Neste contexto,as rotinas desenvolvidas têm o objetivo de suprir uma lacuna na quantificação de multiprodutos da madeira, e serão lançadas na forma de um software.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para gerar os resultados de desdobro de madeira, utilizou-se um ensaio de ILPF.Os dados de entrada para o CalcMadeira são DAP e altura. Amostrou-se 40 árvores com 78 meses, mensuradas em 6 renques de 15 x 2 metros, com densidade de 333 árvores/ha (Tabela 1).

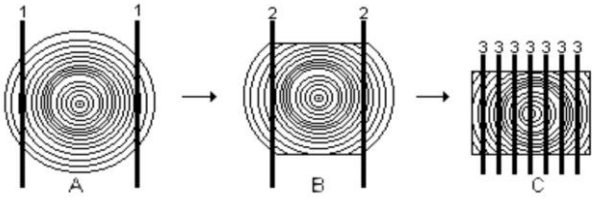
Tabela 1. Dados amostrados por árvore.

Linha	Arvore	DAP(cm)	H_m
1	1	29.35	27.8
1	2	22.75	27.1
1	3	23.95	28.7
1	4	21.95	29.2
1	5	21.6	31.0
1	6	24.4	32.4
2	1	24	31.8
...	...	...	...
5	7	26.85	28.4
6	1	26.25	29.1
6	2	22.4	27.9
6	3	24.65	27
6	4	23.45	23.1
6	5	22.35	22.8
6	6	25.6	23.4
6	7	28.7	24.5

O sistema tem internamente funções de Taper (Kozak et al. 1969), de volumetria e relações trigonométricas considerando a tora como um círculo. A sequência de passos para gerar os resultados de quantificação de peças de madeira roliça e serrada são apresentados a seguir: (1) O usuário realiza um inventário florestal do povoamento, e alimenta a planilha com os dados básicos

da amostra, que correspondem as medidas de DAP em cm e altura total em metros; (2) Escolhe uma das rotinas de cálculo de subprodutos: 1- Calcula Peças Roliças, 2- Calcula Peças Madeira Serrada (Quadrado Circunscrito), 3- Calcula Peças Madeira Serrada (1/4D Costaneiras), 4- Calcula Peças Madeira Serrada (Radial).No caso da rotina 1 os parâmetros são: diâmetro menor, diâmetro maior da seção da tora, comprimento da peça. No caso das rotinas 2, 3 e 4, os parâmetros são: comprimento, amplitudes da largura e espessura da peça.

Ao executar cada rotina, os campos são preenchidos: para a rotina 1 – número de peças (na amostra e por hectare), volume por tipo de peça; para as rotinas 2, 3, 4 – número de toras por tipo de peça, volume de toras por tipo de peça (vr), número de peças (n), volume de peças por tipo (v), volume total da amostra (vt), resíduo da madeira serrada (vr-v), resíduo das pontas das árvores (vt-vr), resíduo total (vt-v). O resíduo (madeira não transformada nas peças selecionadas) pode ser destinado para lenha, cavaco etc.Assim, o usuário pode utilizar os dados gerados e preços de mercado para avaliar a receita da colheita.



Modelo do quadrado circunscrito. Fonte: Rocha &Tomaselli (2001)

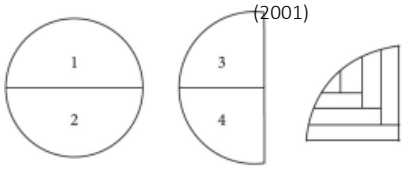


Figura 2. Modelo de desdobro radial utilizado.
Figure 2. Radial unfolding pattern used.

Fonte: Juizo et al. (2014)

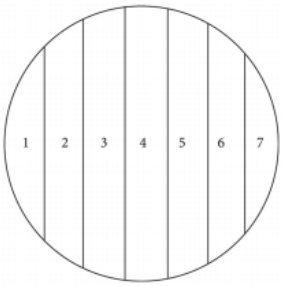


Figura 3. Modelo de desdobro tangencial utilizado.
Figure 3. Tangential unfolding pattern used.

Fonte: Juizo et al. (2014)

Figura 1. Métodos de desdobro implementados: Quadrado Circunscrito, Tangencial ou longitudinal e Radial.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os resultados para peças de madeira roliça, informando que, com 333 árvores aos 6,5 anos de idade atingindo 180 m^3, foi possível extrair 2.789 peças de madeira roliça, com boa distribuição entre os produtos selecionados. O produto de maior valor, poste, pode chegar a 92 peças, como resultado potencial, sem considerar a perda de peças defeituosas. A valoração das peças roliças, simulando que o produtor irá cortar, beneficiar e vender,

pode chegar a um valor 8 vezes maior do que o da venda da madeira em pé, para beneficiamento (Costa et al. 2016).

Tabela 2. Estimativa de peças de madeira roliça de eucalipto, dimensionadas por seção (altura – hi) e diâmetro (di).

Peças		di (cm)	hi(m)	n	v(m^3)	n	v(m^3)
					Amostra		ILPF
Cercas	6	8	2.2	53	0.58	441	5
Escoramento para fruticultura	8	10	2.2	54	0.99	450	8
Esticador para fruticultura/instalação de telas	10	12	3.2	48	1.94	400	16
Esticador intermediário	12	14	3.2	50	2.92	416	24
Esticador para cerca	14	16	3.2	47	3.72	391	31
Esticador para cerca/ curral intermediário	16	18	3.2	50	5.15	416	43
Esticador para cerca, curral canto, cancela	18	20	3.2	22	2.78	183	23
Postes	20	30	7	11	3.59	92	30
Total				335	21.68	2789	180

A Tabela 3 mostra a estimativa das peças serradas pelo método do Quadrado Circunscrito, com o aproveitamento potencial de 5.228 peças, com maior proporção para tábuas, que alcançou 2.781 peças. Nesta faixa de idade do eucalipto pranchões e pranchas não foram possíveis de serem extraídos. E sarrafos e caibros, embora sejam peças de pequenas dimensões, não ocorreram na amostra pelo critério da prioridade. Como ainda não está implementada a escolha de peças, as rotinas rodam com a lista completa. Observou-se também um valor muito baixo de aproveitamento, de aproximadamente 32% do volume total para madeira serrada. Um dos motivos está na última seção do tronco, pois toras com menos de 3 metros de comprimento, foram desconsideradas para desdobro.

Outra observação, que reduz a quantidade potencial, é o custo benefício e a quantidade de madeira jovem na parte mais alta do tronco. Em ensaios de validação, verificou-se que entre 8 a 16 metros da altura das árvores de eucalipto, dependendo das suas dimensões em diâmetro e altura, as toras a partir destas alturas permitem a retirada de somente uma peça, com dúvida na viabilidade emtransporta-las e processa-las na serraria.Toras que incluíram apenas uma peça correspondem, aproximadamente, a 32% do volume total de toras. De forma similar, o volume das peças únicas por tora, desconsideradas para desdobro, correspondem a 35%do volume total de peças, e 48% da quantidade de peças calculadas.Desta forma, 1/3 das toras podem ter outro fim, como a madeira roliça. Com estes percentuais, o cálculo de peças mais próximo do resultado real seria de 2.704 peças.

Brazilian Applied Science Review

Tabela 3. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método do Quadrado Circunscrito, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m^3)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m^3)	vt-vr (m^3)	resid(m^3) =vt-v
Amostra												
Sarrafo	2	4	2	10	0	0.00	0	0.00		0.00		
Ripão	1.5	2	5	7	0	0.00	0	0.00		0.00		
Caibro	4	8	5	8	69	2.24	69	0.69		1.55		
Pontalete	7	8	7	8	34	1.64	34	0.54		1.11		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	116	0.22		0.73		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	75	1.63		3.48		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	334	3.69		8.15		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.78	628	6.77	21.34	15.02	-0.44	14.57
ILPF												
Sarrafo					0	0.0	0	0.0		0.0		
Ripão					0	0.0	0	0.0		0.0		
Caibro					574	18.6	574	5.8		12.9		
Pontalete					283	13.7	283	4.5		9.2		
Ripa					516	7.9	966	1.8		6.1		
Viga					624	42.6	624	13.6		29.0		
Tabua					882	98.5	2781	30.7		67.9		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	5228	56.3	177.68	125.0	-3.7	121.3

Os demais resultados, são potenciais, ou seja, sem a retirada de toras que processam apenas uma peça. Os resultados do método de desdobro tangencial são mostrados na Tabela 4, com o aproveitamento potencial de 7.526 peças, também com maior proporção de tábuas, alcançando 3.530 peças. Este método selecionou sarrafos e ripões, mas caibros e pontaletes não entraram, algo que precisa ser explorado nas fases de validação. O aproveitamento aumentou um pouco na faixa de 34% do volume total para madeira serrada.

Tabela 4. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método Tangencial, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m^3)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m^3)	vt-vr (m^3)	resid(m^3) =vt-v
Amostra												
Sarrafo	2	4	2	10	34	1.64	68	0.46		1.18		
Ripão	1.5	2	5	7	69	2.24	138	0.50		1.74		
Caibro	4	8	5	8	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pontalete	7	8	7	8	0	0.00	0	0.00		0.00		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	124	0.21		0.74		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	150	1.63		3.48		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	424	4.42		7.42		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.78	904	7.21	21.34	14.57	-0.44	14.13
ILPF												
Sarrafo					283	13.7	566	3.8		9.8		
Ripão					574	18.6	1149	4.1		14.5		
Caibro					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pontalete					0	0.0	0	0.0		0.0		
Ripa					516	7.9	1032	1.7		6.2		
Viga					624	42.6	1249	13.6		29.0		
Tabua					882	98.5	3530	36.8		61.8		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	7526	60.1	177.68	121.3	-3.7	117.6

O método de desdobro Radial gerou um aproveitamento de 26.507 peças, com boa distribuição entre sarrafos, ripas, caibros e ripões (Tabela 5). Foram geradas 67 tábuas, pois o método é limitante para peças de maior largura. Seu rendimento em volume de peças ficou na faixa de 72% do volume total. São notadas algumas inconsistências nocálculo de resíduos entre volume total e volume de toras, ou seja, em alguns casos o volume de toras é maior que o total. Isto vai ocorrer devido aos erros residuais nas formulas empregadas: equação de volume, equação de Taper e formula de Smalian.

Tabela 5. Estimativa de peças de madeira serrada de eucalipto pelo método Radial, dimensionadas por seções de 3 metros de comprimento, com variações de espessura (E (cm)) e largura (L (cm)).

Peças	E min	E max	L min	L max	n toras	vr (m^3)	n (peças)	v (peças)	vt	vr-v (m^3)	vt-vr (m^3)	resid(m^3) =vt-v
Amostra												
Sarrafo	2	4	2	10	0	0.00	1096	5.88		-5.88		
Ripão	1.5	2	5	7	0	0.00	440	1.51		-1.51		
Caibro	4	8	5	8	69	2.24	672	5.94		-3.71		
Pontalete	7	8	7	8	34	1.64	0	0.00		1.64		
Ripa	1	2	2	5	62	0.95	960	1.83		-0.88		
Viga	4	8	8	16	75	5.12	8	0.16		4.96		
Tabua	1	4	10	10	106	11.84	8	0.10		11.74		
Prancha	4	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Pranchao	7	7	16	16	0	0.00	0	0.00		0.00		
Total					346	21.77	3184	15.43	21.34	6.36	-0.43	5.91
ILPF												
Sarrafo					0	0.0	9124	49.0		-49.0		
Ripão					0	0.0	3663	12.6		-12.6		
Caibro					574	18.6	5594	49.5		-30.8		
Pontalete					283	13.7	0	0.0		13.7		
Ripa					516	7.9	7992	15.2		-7.4		
Viga					624	42.6	67	1.3		41.3		
Tabua					882	98.5	67	0.9		97.7		
Prancha					0	0.0	0	0.0		0.0		
Pranchao					0	0.0	0	0.0		0.0		
Total					2880	181.4	26507	128.4	177.68	52.9	-3.7	49.2

4 CONCLUSÕES

A proposição deste protótipo para o cálculo de peças de madeira roliça e serrada é agregar valor à madeira de florestas plantadas, no caso, de eucalipto, auxiliando na sua valoração na fase da comercialização. Desta forma, produtores rurais podem aumentar suas oportunidades de negociação, ofertando produtos e não somente metros cúbicos. Ao mesmo tempo as industrias podem planejar a compra da madeira bruta conforme sua expectativa de demanda em serrarias, na construção civil ou moveleira. A ferramenta está na fase de validações e desenvolvimento, para transformar-se em software para melhor difusão e utilização na forma de um ativo.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto “SisCerrado - Produtividade madeireira no SIs e em sistemas de referência de modelos físicos de longa duração”, que forneceu o ambiente, os recursos e despertou para o problema, e à José Heitor de Vasconcellos,Vanderley Porfírio da Silva, Edilson Batista, Renato Castro,Natalia Fois e sua equipe, pelo apoio.

REFERÊNCIAS

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

COSTA, T. C. e C. da; CAMPANHA, M. M.; GONTIJO NETO, M. M.**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)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica).

JUÍZO, C.G.; ROCH, M.P.; BILA, N.F. Avaliação do Rendimento em Madeira Serrada de Eucalipto para Dois Modelos de Desdobro numa Serraria Portátil. **Floresta e Ambiente**, v 21, n.4, p.543-550, 2014.

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

NUNES, G. V. P. Algoritmos para geração de padrões de corte paralelo e radial no processo de toras de madeira. Viçosa, UFV, 2013. 77 pgs. (Tese de Mestrado).

OLIVEIRA, E. B. **Softwares para manejo e análise econômica de plantações florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 70 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 216).

OLIVEIRA, E. B. de; HALISKI, M.; NAKAJIMA,N. Y.; CHANG, M. **Determinação da quantidadede madeira, carbono e renda da plantaçãoflorestal**. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).

ROCHA, M.P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de Eucalyptusgrandis e Eucalyptusdunnii. **CERNE**, v. 8, n.2, p.070-083, 2002

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

TEKL STUDIO. CultLog software. Detva, 2018. Disponível em: <https://www.cutlog.com/index.php/downloads>. Acesso em: 21 ago. 2018.