

CalcMadeira: Modelo para Madeira Roliça - 4ª Validação



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
249**

**CalcMadeira: Modelo para Madeira
Roliça - 4ª Validação**

*Thomaz Correa e Castro da Costa
Luiz França
Thiago França*

**Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2023**

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424, Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva
Elena Charlotte Landau

Membros
Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso Campanha, Roberto dos Santos Trindade e Maria Cristina Dias Paes.

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)

Tratamento das ilustrações
Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Foto da capa
Thomaz Correa e Castro da Costa

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Costa, Thomaz Correa e Castro da.

CalcMadeira: modelo para madeira roliça: 4ª validação / Thomaz Correa e Castro da Costa, Luiz França, Thiago França. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2023.

PDF (30 p.) : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 249).

1. Madeira. 2. Produto florestal. 3. Software. 4. Extração de madeira. I. França, Luiz. II. França, Thiago. III. Título. IV. Série.

CDD (21.ed.) 634.9

Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)

© Embrapa, 2023

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão	14
Conclusões.....	26
Agradecimentos.....	27
Referências.....	27
Anexo.....	19

CalcMadeira: Modelo para Madeira

Roliça - 4^a Validação

Thomaz Correa e Castro da Costa¹

Luiz França²

Thiago França³

Resumo - Na atividade florestal, uma situação usual é a venda da madeira em pé avaliada pelo volume, sem a quantificação de produtos madeireiros que serão extraídos das árvores. A informação de produtos madeireiros, assim como sua valoração, pode auxiliar em uma avaliação mais próxima do real valor da madeira, para uma negociação mais equilibrada, proporcionando lucros equitativos para ambos, além de informar para as empresas que adquirem florestas a proporção de peças mais vendidas no conjunto total e a quantidade de madeira não aproveitada. O CalcMadeira contém um módulo de segmentação de árvores em peças roliças com dimensões solicitadas pelo usuário. Com a mensuração do diâmetro e altura das árvores e dados de forma, calculam-se as peças de madeira roliça. Neste trabalho, é apresentada a validação da rotina, com árvores do clone I224 de eucalipto com 8 anos de idade, em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Os erros relativos entre peças selecionadas e calculadas pelo software não ultrapassaram 20%.

Termos para indexação: madeira tratada, software, inventário florestal, produção florestal.

¹ Engenheiro Florestal, doutor em Sensoriamento Remoto ligado a Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

² Graduado em Sistemas de Informação, Diretor de TI da SIG Soluções Ltda, Sete Lagoas, MG

³ Administrador, Proprietário da SIG Soluções Ltda, Sete Lagoas, MG

CalcMadeira: Model for Round Wood - 4th Validation

Abstract

In forestry, a common situation is the sale of standing wood valued by volume, without quantifying the wood products that will be extracted from the trees. The information on wood products, as well as their valuation, can help in a closer evaluation of the real value of the wood, for a more balanced negotiation, providing equitable profits for both producers and companies. The knowledge also shows the proportion of pieces most sold in the total set and the amount of unused wood for companies that acquire forests. CalcMadeira contains a module for segmenting trees into round wood with dimensions requested by the user. The round wood is calculated with the measurement of the diameter and height of the trees and a taper model. This work presents the validation of the routine, with eight-year-old eucalyptus clone I224 trees, in an Integrated Crop-Livestock-Forestry system. The relative errors did not exceed 20% between parts selected and calculated by the software.

Index terms: treated wood, software, forest inventory, forest production.

Introdução

O mercado de madeira 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. Em contraposição, a produção e o consumo de madeira serrada apresentaram tendência de queda em mais de 10 milhões de metros cúbicos em um período de 9 anos (Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente, 2016).

Embora a crescente oferta de florestas plantadas, principalmente de eucalipto, que já ocupa mais de 7 milhões de hectares no Brasil (IBGE, 2021), seja principalmente destinada para energia e celulose, elas são uma alternativa para o mercado de madeira sólida. A cultura já é uma realidade para madeira serrada e roliça. Uma evidência são as empresas que tratam madeira e algumas serrarias das regiões Sul e Sudeste, que serram predominantemente eucalipto, e precisam comprar florestas plantadas.

Fatores como a espécie, o manejo, a idade e os processos de secagem e armazenamento são determinantes na qualidade final das peças (Juízo et al., 2014; Cunha et al., 2015; Moraes Neto, 2017). Mas, mesmo que clones de eucalipto indicados para carvão e celulose não se enquadrem como madeira de primeira linha, considerando suas propriedades mecânicas para movelaria e construção civil, essas desvantagens estão sendo compensadas pela oferta e pelo valor da madeira.

No caso das empresas para tratamento de madeira, as peças roliças são classificadas e comercializadas em bitolas (diâmetros das extremidades e comprimentos), para usos como mourões de cerca, esticadores, peças para estruturas rústicas, telhado e postes, na maioria dos casos. O mercado define qual deve ser a distribuição das quantidades por dimensões dessas peças, de forma que os compradores precisam classificar e valorar a floresta tendo como atributo de interesse os produtos madeireiros com maior demanda.

Por exemplo, mourões com 2,2 m de comprimento, de 8 cm a 10 cm e de 10 cm a 12 cm de diâmetro são os mais procurados, representando aproximadamente 80% das vendas de madeira tratada¹. Uma floresta com idade

¹ Comunicação pessoal de João Carlos Pereira, consultor da SD Madeiras, em 10 fev. 2023.

mais avançada oferta este padrão de peças na parte mais alta das árvores, próxima das pontas, e com menor qualidade, por causa da inserção de galhos. Uma floresta mais jovem, neste caso, pode ter uma valorização maior para o comprador. Essa avaliação é feita de forma visual por especialistas das empresas, não alcançando uma avaliação quantitativa da distribuição de peças pelas suas dimensões.

Na outra vertente, agricultores que adotaram o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), estimulados pelo incentivo do Estado, e outros produtores que investiram em pequenos povoamentos florestais, visando a obtenção de renda, têm dificuldade para vender sua madeira por vários fatores, principalmente a escala de produção, que é geralmente pequena, não compensando a exploração mecanizada. Se a madeira deles for quantificada em madeira roliça e serrada, com maior valor agregado, é possível que uma análise financeira de projeto possa tornar viável sua exploração.

Aplicações para estimar multiprodutos de árvores não são recentes, em sua maioria buscando a otimização entre madeira para energia, serraia e celulose, baseada em volume. Dentre as aplicações no Brasil, estão o SisEucalipto, de modelagem e simulação para manejo florestal, que inclui desbastes, multiprodutos, projeções futuras e pretéritas, exigindo poucos parâmetros, e assumindo distribuições de modelos conhecidos (Oliveira et al., 2011), e o SigmaE, que inclui o modelo SawModel, desenvolvido no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), para projeções e otimização do desdobro (Nunes, 2013). Outras aplicações estão em Soares et al. (2003), que indicaram comprimentos ótimos de toras para reduzir a quantidade de madeira não aproveitada na árvore, e Chichorro et al. (2003), que trabalharam a quantificação de toras para madeira serrada, compartimentando a árvore por meio de dois parâmetros: diâmetro mínimo e comprimento da tora.

Com finalidade similar, no CalcMadeira, software para quantificar produtos madeireiros, existe o módulo para classificar madeira roliça, que executa o traçamento das árvores em toras por meio de regras de fatiamento criadas pelo usuário (Figura 1). O módulo ajusta funções de afilamento (Taper) (modelo de Kozak et al., 1969) e de volumetria (modelo de Schumacher; Hall, 1933; Silva et al., 2009), a partir de dados da forma das árvores, quando o usuário fornece os dados do próprio local, ou permite que o usuário entre com

coeficientes para as equações de forma e volume. Na opção de ajuste da equação de forma é gerado o fator de forma por árvore, médio e seu desvio padrão. Os parâmetros exigidos são altura do toco e proporção de casca.



Figura 1. Segmentação do fuste em peças roliças.

Para gerar os resultados de quantificação de peças de madeira roliça por esta aplicação, o usuário realiza um inventário florestal do povoamento, e fornece a planilha com os dados básicos da amostra, que correspondem às medidas de DAP em centímetro e altura total e comercial em metros. A tabela para classificar peças roliças deve conter diâmetro menor, diâmetro maior da seção da tora, comprimento da peça e preço (opcional).

Ao executar o modelo, são gerados relatórios detalhados e sintéticos com o código e nome da peça, diâmetros mínimo e máximo, diâmetro mínimo sem casca, comprimento, volume, número da tora e código da árvore. O volume do resíduo (madeira não transformada nas peças selecionadas) pode ser destinado para lenha, cavaco, etc. Os resultados são informados para a amostra e por hectare.

As validações apresentadas neste trabalho foram executadas por meio de dois ensaios com árvores de eucalipto, comparando-se a exatidão entre os dados calculados pelo CalcMadeira e os mensurados no campo.

Material e Métodos

Os ensaios foram realizados na Fazenda Lagoa dos Currais, em Cordisburgo, MG, no talhão 14 com 91,52 ha, plantado com clone I224 no espaçamento 3 m x 12 m em sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), com idade aproximada de 8 anos. O talhão estava em uma fase de exploração em que as árvores foram cortadas e organizadas em feixes, estando inteiras e com a mesma orientação entre a base e a copa.

Nessa disposição da árvore, foram mensuradas diretamente as dimensões, como dap, altura total e comercial, diâmetros ao longo do tronco para cubagem rigorosa e para selecionar peças na árvore a partir de critérios estabelecidos. Foram identificados defeitos, como tortuosidades intermediárias, bifurcações e inserção de galhos.

Os dados para os dois testes de comparação entre peças roliças selecionadas e calculadas pelo sistema foram coletados em dois períodos: 14 e 15 de dezembro de 2022 e 23 e 24 de janeiro de 2023 (Figura 2). Para o acesso a partes do fuste, principalmente próximo à copa, foi necessária a limpeza parcial de galhos, ramos e folhas com motosserra (Figura 3).

Fotos: Thomaz Correa e Castro da Costa



Figura 2. Mensuração das árvores em feixes.

Fotos: Thomaz Correa e Castro da Costa



Figura 3. Limpeza de galhos, ramos e folhas para acesso ao fuste.

No 1º teste (T1) foram cubadas rigorosamente 12 árvores e mensuradas peças roliças em 60 árvores. As árvores cubadas correspondem às 12 primeiras árvores deste conjunto. A regra para seleção de peças roliças no campo foi:

- Passo 1: da base da árvore tenta-se uma peça de 7 m; 6 m; 5 m; 4 m; 3,2 m ou 2,2 m. No caso de aparecer tortuosidade intermediária no tronco essa é considerada resíduo, anotando-se os diâmetros maior e menor e o comprimento. A próxima seleção é a partir do menor diâmetro do resíduo.
- Passo 2: após a primeira seleção, repete-se o passo 1, limitando-se à altura comercial e ao diâmetro ≥ 10 cm, e assim sucessivamente até o esgotamento de peças.

O arquivo utilizado no CalcMadeira para a regra de decisão do teste T1 descrita acima é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. DimRolica.txt para o Teste T1.

codpeca	Peca	Dmin	Dmax	L(m)	prior	preco
1	19_7	19	50	7	1	0
5	18_7	18	19	7	2	0
9	17_7	17	18	7	3	0
13	16_7	16	17	7	4	0
18	15_7	15	16	7	5	0
23	14_7	14	15	7	6	0
2	19_6	19	50	6	7	0
6	18_6	18	19	6	8	0
10	17_6	17	18	6	9	0
14	16_6	16	17	6	10	0
19	15_6	15	16	6	11	0
24	14_6	14	15	6	12	0
3	19_5	19	50	5	13	0
7	18_5	18	19	5	14	0
11	17_5	17	18	5	15	0
15	16_5	16	17	5	16	0
20	15_5	15	16	5	17	0
25	14_5	14	15	5	18	0

Tabela 1. Continua...

Tabela 1 .Continuação...

codpeca	Peca	Dmin	Dmax	L (m)	prior	preco
4	19_4	19	50	4	19	0
8	18_4	18	19	4	20	0
12	17_4	17	18	4	21	0
16	16_4	16	17	4	22	0
21	15_4	15	16	4	23	0
26	14_4	14	15	4	24	0
28	13_4	13	14	4	25	0
30	12_4	12	13	4	26	0
32	11_4	11	12	4	27	0
17	16_32	16	19	3,2	28	0
22	15_32	15	16	3,2	29	0
27	14_32	14	15	3,2	30	0
29	13_32	13	14	3,2	31	0
31	12_32	12	13	3,2	32	0
33	11_32	11	12	3,2	33	0
35	10_32	10	11	3,2	34	0
34	10_22	10	11	2,2	35	0
36	10_22	10	11	2,2	36	0

No segundo teste (T2) foram cubadas 17 árvores, e mensuradas peças roliças em 33 árvores. A regra para seleção de peças roliças no campo foi:

- Passo 1: da base da árvore tenta-se uma peça de 7 m com limite de diâmetro menor ≥ 19 cm. Não sendo possível, selecionam-se peças de 3,2 m ou 2,2 m até o diâmetro menor ≥ 9 cm. No caso de aparecer tortuosidade intermediária no tronco essa é considerada resíduo, anotando-se os diâmetros maior e menor e o comprimento. A próxima seleção é a partir do menor diâmetro do resíduo.

- Passo 2: após a segunda seleção, repete-se o passo 1, limitando-se à altura comercial e ao diâmetro ≥ 9 cm, e assim sucessivamente até o esgotamento de peças.

O arquivo utilizado para a regra de decisão do teste (T2) descrita acima é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. DimRolica.txt para o Teste T2.

codpeca	Peca	Dmin	Dmax	L(m)	prior	preco
1	19_7	19	50	7	1	0
2	19_32	19	50	3,2	2	0
3	17_32	17	19	3,2	3	0
4	15_32	15	17	3,2	4	0
5	13_32	13	15	3,2	5	0
6	11_32	11	13	3,2	6	0
7	09_22	9	11	2,2	7	0
8	11_32	11	13	3,2	8	0
9	09_22	9	11	2,2	9	0

Os arquivos de árvores utilizaram a altura comercial obtida em campo no 1º teste (T1), e a altura comercial calculada para 9 cm de diâmetro mínimo no 2º teste (T2). Para os dois testes foram calculados pelo sistema resultados a partir de dois modelos da forma da árvore (P2 e P4) (Equações 1 e 2). Os resultados foram gerados com o modelo de Kozak (T1P2, T2P2) e com um modelo polinomial de 4º grau (T1P4, T2P4).

$$(di/dap)^2 = b0 + b1*hi/ht + b2*(hi/ht)^2 \text{ (modelo de Kozak)} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$(di/dap)^2 = b0 + b1*hi/ht + b2*(hi/ht)^2 + b3*(hi/ht)^3 + b4*(hi/ht)^4 \quad \text{Eq. (2)}$$

Para avaliar o afastamento de valores selecionados e calculados foi utilizado o erro relativo percentual (Equação 3).

$$E\% = \left(\frac{\text{valor calculado} - \text{valor selecionado}}{\text{valor selecionado}} \right) \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

Para avaliar a aderência entre distribuições por classe de diâmetro e por comprimento das peças selecionadas e calculadas, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S) bilateral, um teste não paramétrico que consiste em medir a discrepância entre os valores observados e os valores estimados sob um modelo de probabilidade.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são informados os totais de peças mensuradas e calculadas, e a comparação entre peças predominantes nos dois testes (com 7 m e 3,2 m de comprimento). Os erros relativos não ultrapassaram 15%. Na Tabela 4 são comparados os volumes de peças roliças por hectare (vr/ha), com respectivos erros relativos, e o aproveitamento de peças roliças em relação ao volume total/por hectare. O maior erro, de 18%, ocorreu para o tratamento T1P4.

Tabela 3. Número de peças totais e dos produtos predominantes em cada teste (com 7 m e 3,2 m de comprimento) e seus respectivos erros relativos percentuais E%.

	T1P2	T1P4	T2P2	T2P4	T1P2	T1P4	T2P2	T2P4
	Total				7	7	3,2	3,2
Peças mensuradas	168	168	175	175	120	120	141	141
Peças calculadas	161	159	191	185	113	103	125	146
E%	-4	-5	9	6	-6	-14	-11	4

Tabela 4. Volume total por hectare (vt/ha), volume de peças por hectare (vr/ha), erro percentual da estimativa (E%) e rendimento volumétrico (RV) para os quatro tratamentos.

		(vt/ha)	(vr/ha)	(E%)	RV	(vr/ha)	(E%)	RV
		P2				P4		
T1	Observado	145,6	119,36		0,82			
	Calculado		129,99	9	0,89	140,89	18	0,87
T2	Observado	145,7	137,8		0,94			
	Calculado		134,5	-2	0,92	130,3	-5	0,89

As Tabelas 5 e 6 informam a distribuição das peças selecionadas e calculadas por classes de diâmetro menor (Dmin) e comprimento (L) das peças para os tratamentos T1 e T2 na sequência, e as Figuras 4 a 11 comparam as distribuições marginais dos diâmetros e dos comprimentos para todas as combinações de tratamento (TiPj). Dentre as causas para a pouca aderência em alguns resultados estão os resíduos intermediários em algumas árvores e a precisão das equações de forma.

Tabela 5. Dupla entrada das peças selecionadas no campo, excluindo-se os resíduos, e as calculadas pelo sistema para os testes T1P2 e T1P4

T1	L (m)							Total
	Dmin (cm)	2,2	3,2	4	5	6	7	
	<i>Selecionado</i>							
10	3	7	2	5	15	19	51	
13	1	2	1	1	0	37	42	
16	2	0	0	2	0	21	25	
19	0	0	2	0	0	28	30	
22	0	0	0	1	2	14	17	
25	0	0	0	0	2	1	3	

Tabela 5. Continua...

Tabela 5 .Continuação...

Total	6	9	5	9	19	120	168
P2	<i>Calculado</i>						
10	10	20	13	4	0	21	68
13	0	0	0	0	0	32	32
16	0	0	0	0	0	16	16
19	0	0	0	1	0	41	42
22	0	0	0	0	0	2	2
25	0	0	0	0	0	1	1
Total	10	20	13	5	0	113	161
P4	<i>Calculado</i>						
10	3	26	10	0	0	0	39
13	2	3	12	0	0	37	54
16	0	0	0	0	0	45	45
19	0	0	0	0	0	20	20
22	0	0	0	0	0	1	1
25	0	0	0	0	0	0	0
Total	5	29	22	0	0	103	159

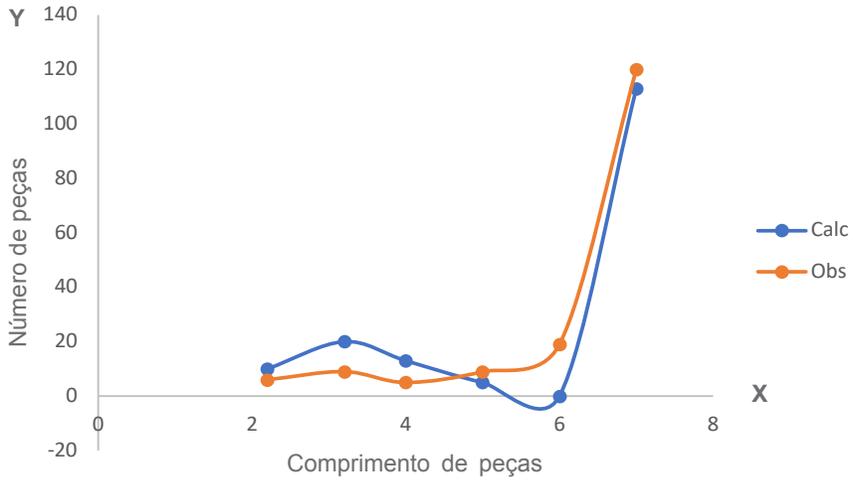


Figura 4. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo comprimento para o teste T1P2.

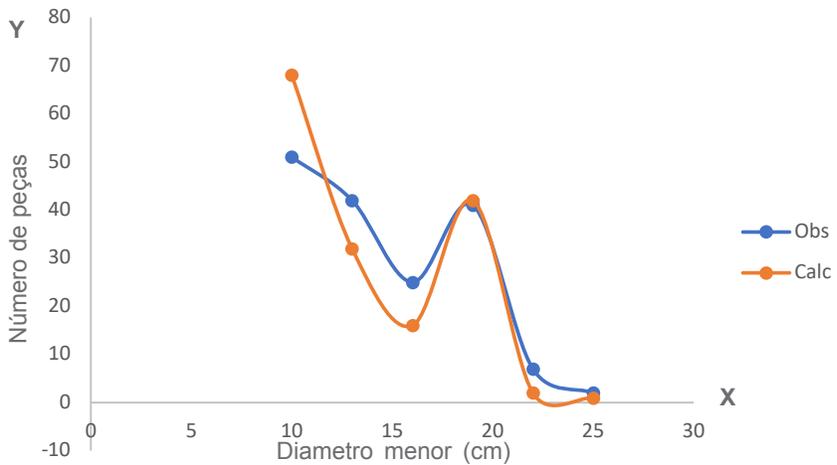


Figura 5. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo diâmetro menor para o teste T1P2.

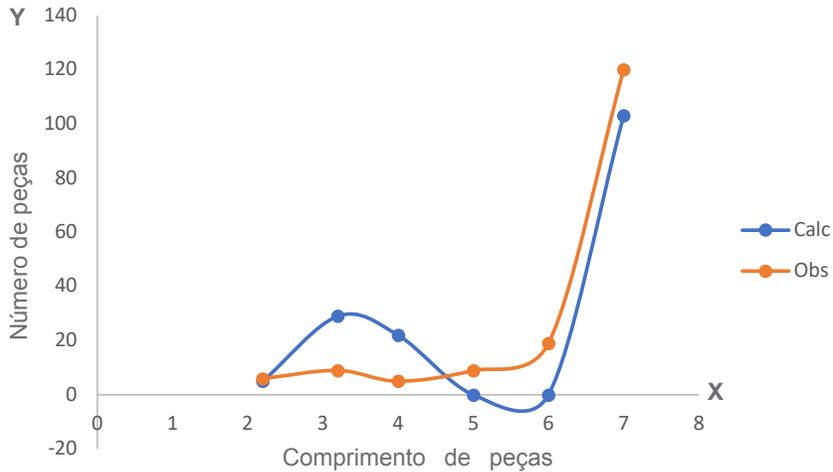


Figura 6. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo comprimento para o teste T1P4.

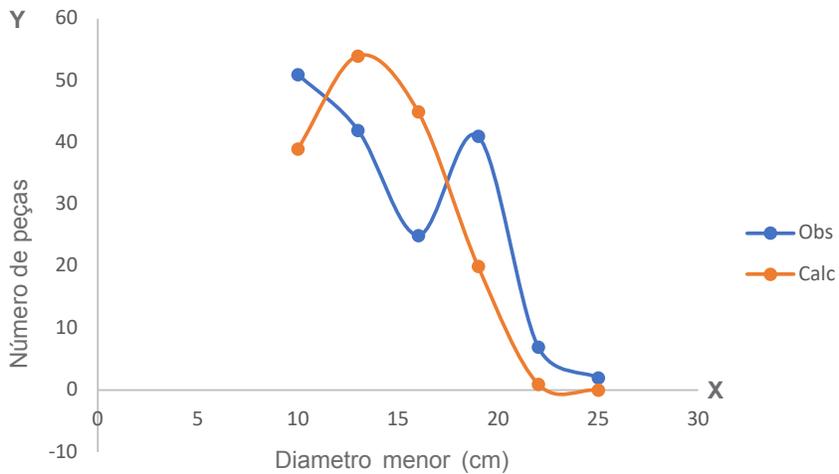


Figura 7. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo diâmetro menor para o teste T1P4.

Tabela 6. Dupla entrada das peças seleccionadas no campo, excluindo-se os resíduos, e as calculadas pelo sistema para os testes T2P2 e T2P4

T2	L (m)					Total
	Dmin(cm)	2,2	3,2	5	6	
<i>Seleccionado</i>						
9	10	15				25
11	3	24				27
13		26				26
15		28				28
17		30			1	31
19		17			11	28
21		1			6	7
23			1	1	1	3
Total	13	141	1	1	19	175
<i>Calculado</i>						
P2						
9	37					37
11	10	28				38
13		26				26
15		26				26
17		20				20
19		14			10	24
21		11			6	17
23	0	0	0	0	3	3
Total	47	125	0	0	19	191
<i>Calculado</i>						
P4						
9	14					14
11	14	14				28
13		22				22
15		42				42
17		35				35
19		25			8	33
21		8			3	11
23	0	0	0	0	0	0
Total	28	146	0	0	11	185

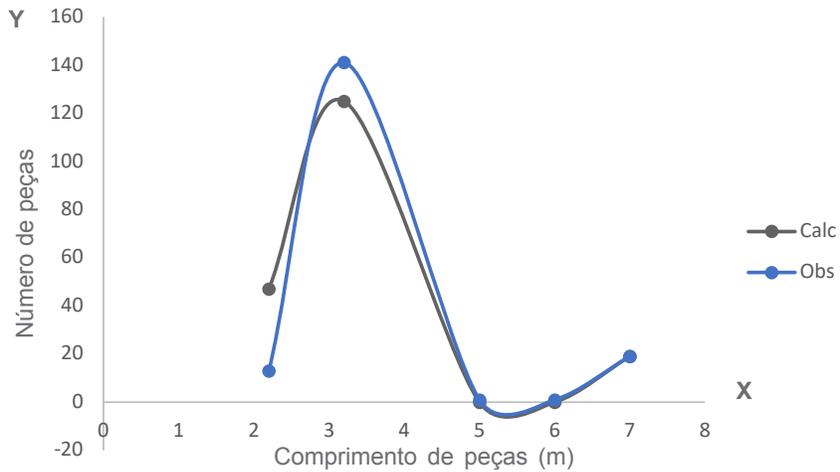


Figura 8. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo comprimento para o teste T2P2.

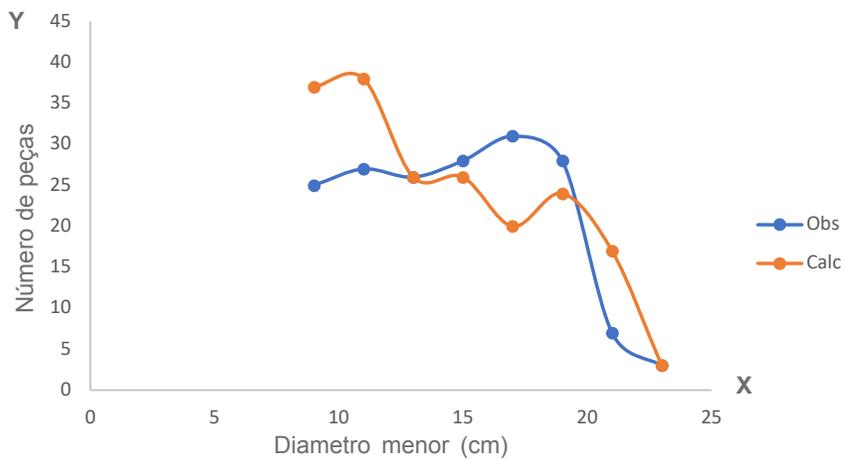


Figura 9. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo diâmetro menor para o teste T2P2.

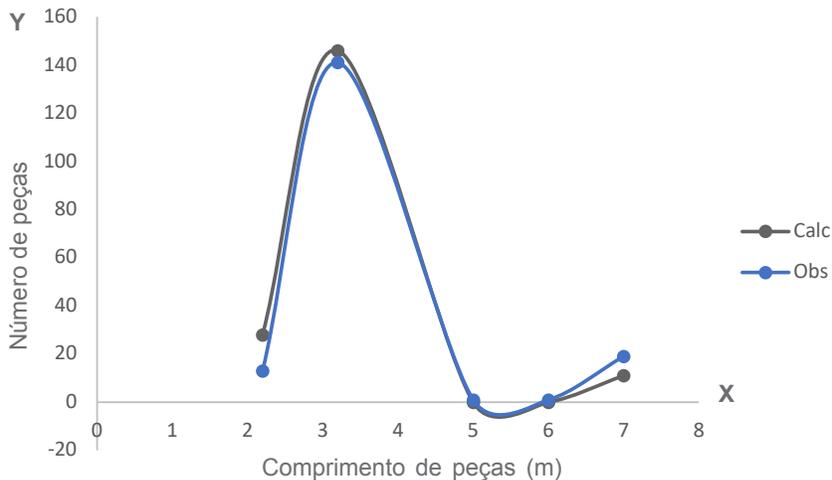


Figura 10. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo comprimento para o teste T2P4.

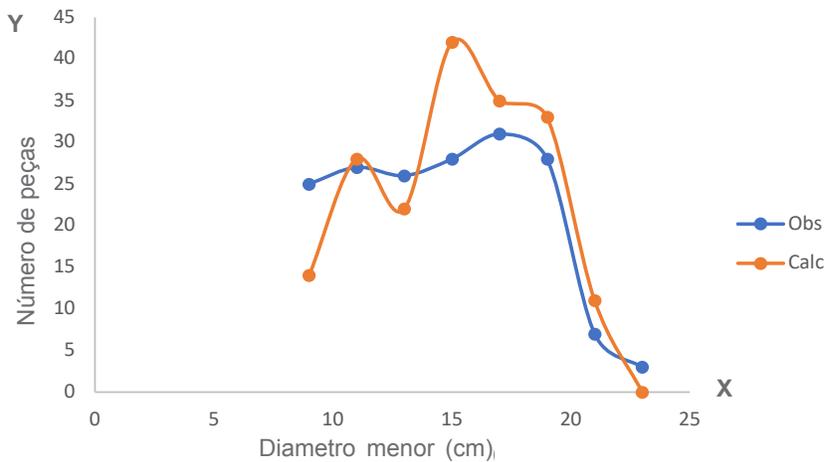


Figura 11. Distribuição das peças calculadas e observadas pelo diâmetro menor para o teste T2P4.

Nas Tabelas 7 e 8 são informadas as estatísticas do teste K-S para Dmin e L e suas significâncias. Os resultados indicam aderência entre todas as curvas apresentadas nas Figuras 4 – 11, indicando que são estatisticamente iguais. Embora o teste seja aceito para testar pequenas amostras empíricas, seus resultados sugerem uma grande tolerância para alcançar a rejeição nesta comparação.

Tabela 7. Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) com 95% de probabilidade para comparação entre distribuições selecionadas e calculadas de peças pelo diâmetro mínimo (Dmin)

T1		K-S		T2		K-S	
Classe Dmin	P2	P4	Classe Dmin	P2	P4		
10	ns	0,119	0,058	9	0,051	0,067	
13		0,068	0,031	11	ns	0,096	0,07
16	0,018	ns	0,166	13	0,083	ns	0,100
19	0,035		0,047	15	0,059		0,033
22	0,006		0,012	17	0,013		0,021
25	0		0	19	0,048		0,002
				21	0,001		0,017
				23	0		0

ns Não significativo a 0,05. K-S tabelado = 0,519 (n=6) para T1, e K-S tab=0,454 (n=8) para T2.

Tabela 8. Teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) com 95% de probabilidade para comparação entre distribuições selecionadas e calculadas de peças pelo comprimento (L)

T1		K-S		T2		K-S	
Clas L	P2	P4	Clas L	P2	P4		
2,2	0,026	0,004	2,2	^{ns} 0,172	^{ns} 0,077		
3,2	0,097	0,125	3,2	0,021	0,061		
4	^{ns} 0,148	^{ns} 0,233	5,0	0,015	0,055		
5	0,126	0,18	6,0	0,009	0,049		
6	0,012	0,066	7,0	0,000	0,000		
7	0	0					

^{ns} Não significativo a 0,05. K-S tabelado = 0,519 (n=6) para T1, e K-S tab=0,563 (n=5) para T2.

A Figura 12 mostra a distribuição dos erros do Dmin por peça indicando que, com sensíveis diferenças, apresentam maior probabilidade em torno de zero.

Uma observação sobre a modelagem de clones é que, embora sejam provenientes do mesmo material genético, ainda assim ocorrem diferenças expressas no porte, e até na forma. Na medição de diâmetros ao longo do tronco para as duas amostras mensuradas (T1 e T2), observaram-se taxas de redução do diâmetro diferentes entre árvores, e também na posição ao longo do tronco, entre árvores. O que ainda não é possível é o ajuste da forma por árvore, quando cada árvore terá uma função de forma individual.

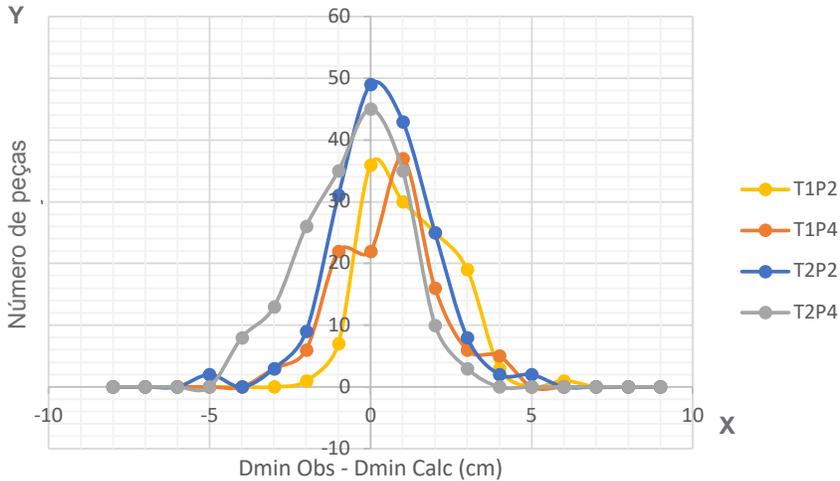


Figura 12. Distribuição de erros do Dmin Obs - Dmin Calc para os testes T1P2, T1P4, T2P2 e T2P4. No Anexo 1A são fornecidos os dados originários como exemplo para o tratamento T2P2.

A Figura 13 mostra a distribuição dos erros do Dmax por peça. Neste caso, para o tratamento T1, ficou evidente uma tendência de diâmetros máximos observados maiores do que os calculados por peça. Como as árvores foram cortadas rentes ao solo, pequenas sapopemas fizeram parte da base da árvore onde foi medido o 1º diâmetro. Na 1ª amostra não ocorreu a preocupação em descontar essas imperfeições na mensuração do diâmetro. Por outro lado, o modelo polinomial de 4º grau (P4) corrigiu um pouco essa discrepância.

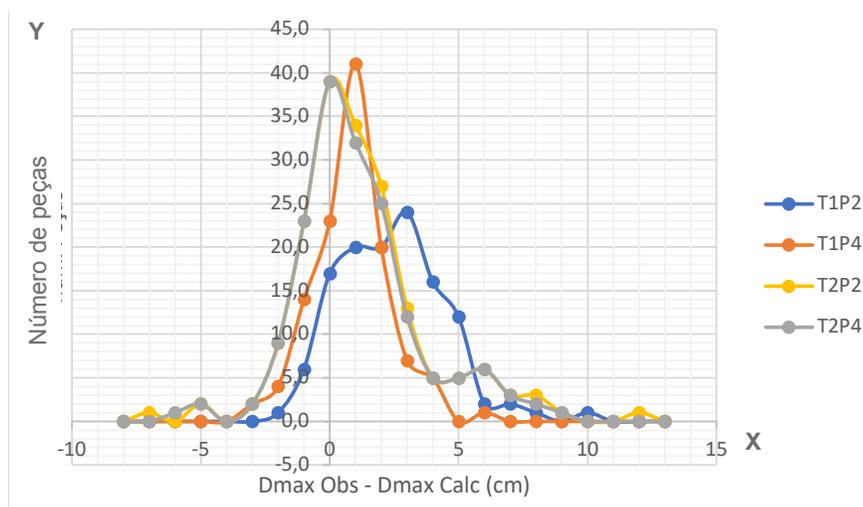


Figura 13. Distribuição de erros do Dmax Obs - Dmax Calc para os testes T1P2, T1P4, T2P2 e T2P4.

A Tabela 9 informa a frequência da diferença entre peças calculadas e selecionadas por tratamento. Os desvios são de uma peça para mais ou para menos, com exceção de uma árvore no tratamento T1P4, e com alguma tendência, dependendo da amostra e do polinômio utilizado. Em média foram obtidas três peças por árvore no teste T1 e seis peças por árvore no teste T2.

Tabela 9. Distribuição da diferença entre o número de peças calculadas e peças selecionadas por árvore em cada tratamento

Diferença	T1P2	T1P4	T2P2	T2P4
-2	0	1	0	0
-1	7	11	2	2
0	52	43	16	22
1	1	5	15	9
2	0	0	0	0

Na avaliação dos resultados, a primeira constatação das diferenças são imperfeições intermediárias no tronco não detectáveis pela rotina. O modelo detecta o resíduo somente acima da altura comercial.

A segunda constatação, após avaliação por árvore, é que o modelo de Kozak afasta um pouco da forma do tronco do clone I224, que tem um comportamento de “garrafa” na maioria das árvores. Algumas árvores chegam a ter medidas com diâmetro maior, comparada à medição anterior ao longo do tronco, como se a árvore tivesse engrossado em uma porção mais alta. A solução apresentada, que reduz um pouco a tendência, foi implementar um polinômio de 4º grau para esse formato de tronco. Existem também anormalidades no tronco, por causa da inserção de galhos, tortuosidades, etc., que afastam o tronco do modelo teórico.

É possível também a existência de uma sutil diferença entre a forma das árvores da borda do talhão (onde foram realizadas as primeiras 12 medições para cubagem rigorosa) e a forma de árvores no interior do talhão. A quantidade de galhos grossos, comuns em sistemas ILPF, causa irregularidades no diâmetro ao longo do tronco, aumentando a imprecisão do modelo.

Pelo fato de o corte da árvore estar próximo de zero (no chão), a irregularidade na base das árvores deste clone fica ainda mais proeminente, apresentando pequenas sapopemas, com diâmetros muito grandes que não refletem o diâmetro ao longo do tronco, possível de ser modelado.

Conclusões

Os erros relativos percentuais menores do que 20% para número total de peças e volume, e a igualdade estatística entre número de peças por classe de diâmetro e largura das peças podem ser considerados grosseiros ou de boa exatidão, o que dependerá da exigência do usuário na sua aplicação.

O mesmo pode ser interpretado das distribuições dos erros entre diâmetros mínimos e máximos das peças, que para a finalidade podem ser consideradas satisfatórias ou não.

Patente

Certificado de Registro de Software INPI, No.: BR512018001002-4 e No.: BR512020002607-9, CalcMadeira.

Agradecimentos

Esta validação foi financiada pelo projeto Embrapa Projeto nº 20.18.03.015.00.06 “Estratégia de ILPF para inovação agrícola no Cerrado Mineiro e áreas limítrofes - SisGerais” e pela fazenda Lagoa dos Currais. Agradecemos a João Carlos Pereira, da empresa CJR, Gustavo Pitangui de Salvo, da Fazenda Lagoa dos Currais, e Miguel M. Gontijo Neto, da Embrapa, pelo suporte nos testes de validação.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial**. Curitiba, 2016.

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**, v. 27, n. 6, p. 799-809, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600006>

CUNHA, A. B. da; FRANÇA, M. C.; ALMEIDA, C. C. F. de; GORSKI, L.; CRUZ, R. C. da; SANTOS, D. Avaliação do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* e de *Eucalyptus grandis* por meio do desdobro tangencial e radial. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 241-250, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v45i2.32570>

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**: Tabela 8 - Área total existente em 31/12 dos efetivos da silvicultura, segundo o Brasil, as grandes regiões e as Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=35048&t=resultados>. Acesso em: 13 mar. 2023.

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. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc45278-4>

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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.062213>.

MORAES NETO, S. P. de. **Madeira de eucalipto para serraria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 56 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 340). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092101>. Acesso em: 13 mar. 2023.

NUNES, G. V. P. **Algoritmos para geração de padrões de corte paralelo e radial no processo de toras de madeira**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

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).

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

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**, v. 33, n. 6, p. 1133-1139, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000600015>

SOARES, T. S.; VALE, A. B.; LEITE, H. G.; MACHADO, C. C. Otimização de multiprodutos em povoamentos florestais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 811-820, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600007>

Anexo

Tabela A1. Dados selecionados em campo e calculados pelo módulo para madeira roliça do Tratamento T2P2.T

Selecionadas					Calculadas					Dados Arv			
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
4	1	30.0	23.0	5	4	19_7	1	26.5	19.9	7	23.5		27.6
4	2	22.0	17.0	3.2	4	15_32	2	19.9	17.0	3.2			
4	3	17.0	15.5	3.2	4	13_32	3	17.0	14.2	3.2			
4	4	15.5	12.3	3.2	4	11_32	4	14.2	11.7	3.2			
4	5	12.3	10.0	3.2	4	09_22	5	11.7	10.2	2.2			
5	1	31.0	23.0	7	5	19_7	1	29.3	22.0	7	26		27.8
5	2	23.0	19.0	3.2	5	17_32	2	22.0	18.8	3.2			
5	3	19.0	15.5	3.2	5	15_32	3	18.8	15.8	3.2			
5	4	15.5	13.0	3.2	5	13_32	4	15.8	13.0	3.2			
5	5	13.0	10.0	3.2	5	09_22	5	13.0	11.4	2.2			
					5	09_22	6	11.4	10.1	2.2			
6	1	31.0	20.5	7	6	19_7	1	29.3	22.0	7	26		27.6
6	2	20.5	19.0	3.2	6	17_32	2	22.0	18.8	3.2			
6	3	19.0	15.0	3.2	6	15_32	3	18.8	15.7	3.2			
6	4	15.0	13.2	3.2	6	11_32	4	15.7	12.9	3.2			
6	5	13.2	10.0	3.2	6	09_22	5	12.9	11.3	2.2			
					6	09_22	6	11.3	10.0	2.2			
61	1	33.8	19.5	7	61	19_7	1	28.2	21.2	7	25	17.4	27.8
61	2	19.5	17.5	3.2	61	17_32	2	21.2	18.1	3.2			
61	3	17.5	15.0	3.2	61	15_32	3	18.1	15.2	3.2			
61	4	15.0	13.5	3.2	61	11_32	4	15.2	12.5	3.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas						Dados Arv		
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
62	2	18.5	16.5	3.2	62	19_32	2	21.9	19.0	3.2			
62	3	16.5	14.0	3.2	62	15_32	3	19.0	16.2	3.2			
62	4	14.0	11.0	3.2	62	13_32	4	16.2	13.5	3.2			
62	5	11.0	9.3	3.2	62	11_32	5	13.5	11.1	3.2			
					62	09_22	6	11.1	9.7	2.2			
63	1	31.0	20.0	3.2	63	19_32	1	23.7	20.9	3.2	21		27
63	2	20.0	17.0	3.2	63	17_32	2	20.9	18.1	3.2			
63	6	17.0	15.5	3.2	63	15_32	3	18.1	15.5	3.2			
63	4	15.5	14.0	3.2	63	11_32	4	15.5	12.9	3.2			
63	5	14.0	11.0	3.2	63	09_22	5	12.9	11.3	2.2			
63	6	11.0	10.0	2.2	63	09_22	6	11.3	9.8	2.2			
70	1	33.0	20.0	7	70	19_7	1	27.1	20.6	7	24		29.1
70	2	20.0	18.0	3.2	70	17_32	2	20.6	17.8	3.2			
70	3	18.0	15.5	3.2	70	15_32	3	17.8	15.1	3.2			
70	4	15.5	14.0	3.2	70	11_32	4	15.1	12.6	3.2			
70	5	14.0	11.0	3.2	70	09_22	5	12.6	11.1	2.2			
					70	09_22	6	11.1	9.8	2.2			
10	1	36.0	20.0	7	10	19_7	1	27.1	20.2	7	24		27.2
10	2	20.0	17.0	3.2	10	17_32	2	20.2	17.2	3.2			
10	3	17.0	15.0	3.2	10	13_32	3	17.2	14.3	3.2			
10	4	15.0	12.5	3.2	10	11_32	4	14.3	11.8	3.2			
10	5	12.5	10.0	2.2	10	09_22	5	11.8	10.3	2.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas						Dados Arv		
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
11	2	17.2	15.7	3.2	11	19_32	2	24.6	20.9	3.2			
11	3	15.7	12.3	3.2	11	17_32	3	20.9	17.5	3.2			
11	4	12.3	10.5	2.2	11	13_32	4	17.5	14.3	3.2			
					11	11_32	5	14.3	11.8	3.2			
					11	09_22	6	11.8	10.6	2.2			
12	1	34.0	22.0	7	12	19_7	1	31.6	23.4	7	28	18	26.5
12	2	22.0	18.0	3.2	12	19_32	2	23.4	19.8	3.2			
12	3	18.0	16.0	3.2	12	15_32	3	19.8	16.4	3.2			
12	4	16.0	12.3	3.2	12	13_32	4	16.4	13.3	3.2			
7	1	33.5	21.0	7	7	19_7	1	28.2	21.3	7	25		28.1
7	2	21.0	17.5	3.2	7	17_32	2	21.3	18.2	3.2			
7	3	17.5	14.5	3.2	7	15_32	3	18.2	15.3	3.2			
7	4	14.5	12.3	3.2	7	11_32	4	15.3	12.7	3.2			
7	5	12.3	10.7	2.2	7	09_22	5	12.7	11.1	2.2			
					7	09_22	6	11.1	9.8	2.2			
8	1	32.5	19.0	7	8	19_7	1	27.7	20.7	7	24.5		27.5
8	2	19.0	17.0	3.2	8	17_32	2	20.7	17.7	3.2			
8	3	17.0	13.7	3.2	8	13_32	3	17.7	14.8	3.2			
8	4	13.7	12.0	3.2	8	11_32	4	14.8	12.1	3.2			
8	5	12.0	10.0	3.2	8	09_22	5	12.1	10.6	2.2			
					8	09_22	6	10.6	9.4	2.2			
9	1	34.5	21.7	7	9	19_7	1	31.6	23.6	7	28		27.4

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas						Dados Arv		
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
9	3	18.0	14.2	3.2	9	15_32	3	20.1	16.8	3.2			
9	4	14.2	13.0	3.2	9	13_32	4	16.8	13.8	3.2			
9	5	13.0	9.5	3.2	9	11_32	5	13.8	11.4	3.2			
					9	09_22	6	11.4	10.2	2.2			
60	1	30.0	20.0	7	60	19_7	1	29.9	22.6	7	26.5		28.4
60	2	20.0	18.0	3.2	60	19_32	2	22.6	19.4	3.2			
60	3	18.0	16.0	3.2	60	15_32	3	19.4	16.4	3.2			
60	4	16.0	14.0	3.2	60	13_32	4	16.4	13.6	3.2			
60	5	14.0	11.0	2.2	60	11_32	5	13.6	11.2	3.2			
					60	09_22	6	11.2	10.0	2.2			
69	1	31.0	20.0	3.2	69	19_32	1	24.3	21.6	3.2	21.5		28.7
69	2	20.0	18.7	3.2	69	17_32	2	21.6	18.9	3.2			
69	3	18.7	17.0	3.2	69	15_32	3	18.9	16.3	3.2			
69	4	17.0	15.0	3.2	69	13_32	4	16.3	13.8	3.2			
69	5	15.0	13.0	3.2	69	11_32	5	13.8	11.5	3.2			
69	6	13.0	10.3	3.2	69	09_22	6	11.5	10.1	2.2			
64	1	28.5	20.4	3.2	64	19_32	1	24.8	21.8	3.2	22		26.4
64	2	20.4	18.0	3.2	64	17_32	2	21.8	18.9	3.2			
64	3	18.0	16.0	3.2	64	15_32	3	18.9	16.0	3.2			
64	4	16.0	14.5	3.2	64	13_32	4	16.0	13.3	3.2			
64	5	14.5	12.0	3.2	64	09_22	5	13.3	11.6	2.2			
64	6	12.0	9.0	2.2	64	09_22	6	11.6	10.0	2.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas						Dados Arv		
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
51	2	22.0	20.0	3.2	51	17_32	2	20.0	17.2	3.2			
51	3	20.0	18.5	3.2	51	13_32	3	17.2	14.4	3.2			
51	4	18.5	16.0	3.2	51	11_32	4	14.4	11.9	3.2			
51	5	16.0	12.3	3.2	51	09_22	5	11.9	10.5	2.2			
51	6	12.3	10.3	3.2	51	09_22	6	10.5	9.2	2.2			
52	1	28.0	21.0	7	52	19_7	1	28.8	21.6	7	25.5		27.8
52	2	21.0	17.7	3.2	52	17_32	2	21.6	18.5	3.2			
52	3	17.7	15.7	3.2	52	15_32	3	18.5	15.5	3.2			
52	4	15.7	12.5	3.2	52	11_32	4	15.5	12.8	3.2			
52	5	12.5	11.0	2.2	52	09_22	5	12.8	11.2	2.2			
					52	09_22	6	11.2	9.9	2.2			
53	1	26.0	19.2	3.2	53	19_32	1	23.7	20.9	3.2	21		27.4
53	2	19.2	17.3	3.2	53	17_32	2	20.9	18.2	3.2			
53	3	17.3	16.0	3.2	53	15_32	3	18.2	15.6	3.2			
53	4	16.0	13.0	3.2	53	13_32	4	15.6	13.1	3.2			
53	5	13.0	11.3	3.2	53	09_22	5	13.1	11.5	2.2			
53	6	11.3	10.0	2.2	53	09_22	6	11.5	10.0	2.2			
54	1	30.0	19.2	7	54	19_32	1	24.8	21.9	3.2	22		27.3
54	2	19.2	18.0	3.2	54	19_32	2	21.9	19.1	3.2			
54	3	18.0	14.5	3.2	54	15_32	3	19.1	16.3	3.2			
54	4	14.5	12.4	3.2	54	13_32	4	16.3	13.7	3.2			
54	5	12.4	11.0	2.2	54	11_32	5	13.7	11.2	3.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas					Dados Arv			
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
65	1	32.0	20.5	3.2	65	19_32	1	25.4	22.4	3.2	22.5		27.3
65	2	20.5	19.0	3.2	65	19_32	2	22.4	19.5	3.2			
65	3	19.0	17.5	3.2	65	15_32	3	19.5	16.7	3.2			
65	4	17.5	15.0	3.2	65	13_32	4	16.7	14.0	3.2			
65	5	15.0	12.5	3.2	65	11_32	5	14.0	11.5	3.2			
65	6	12.5	10.3	3.2	65	09_22	6	11.5	10.0	2.2			
66	1	28.0	19.3	7	66	19_32	1	25.4	22.4	3.2	22.5		26.9
66	2	19.3	17.3	3.2	66	19_32	2	22.4	19.4	3.2			
66	3	17.3	14.7	3.2	66	15_32	3	19.4	16.5	3.2			
66	4	14.7	12.0	3.2	66	13_32	4	16.5	13.8	3.2			
66	5	12.0	11.0	3.2	66	11_32	5	13.8	11.3	3.2			
					66	09_22	6	11.3	9.8	2.2			
67	1	30.0	20.0	3.2	67	19_32	1	24.8	21.9	3.2	22	18.5	27
67	2	20.0	18.2	3.2	67	19_32	2	21.9	19.0	3.2			
67	3	18.2	17.3	3.2	67	15_32	3	19.0	16.2	3.2			
67	4	17.3	15.0	3.2	67	13_32	4	16.2	13.5	3.2			
67	5	15.0	12.5	3.2	67	11_32	5	13.5	11.1	3.2			
67	6	12.5	10.5	2.2	67	09_22	6	11.1	9.7	2.2			
68	1	25.0	20.0	3.2	68	19_32	1	24.0	21.2	3.2	21.3		27
68	2	22.0	17.0	3.2	68	17_32	2	21.2	18.4	3.2			
68	3	17.0	15.0	3.2	68	15_32	3	18.4	15.7	3.2			
68	4	15.0	14.5	3.2	68	13_32	4	15.7	13.1	3.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas						Dados Arv		
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
68	6	11.0	9.0	2.2	68	09_22	6	11.5	10.0	2.2			
55	1	26.2	20.0	3.2	55	19_32	1	25.2	22.2	3.2	22.3		27.1
55	2	20.0	19.0	3.2	55	19_32	2	22.2	19.3	3.2			
55	3	19.0	18.0	3.2	55	15_32	3	19.3	16.5	3.2			
55	4	18.0	15.0	3.2	55	13_32	4	16.5	13.8	3.2			
55	5	15.0	13.0	3.2	55	11_32	5	13.8	11.3	3.2			
55	6	13.0	10.0	3.2	55	09_22	6	11.3	9.8	2.2			
56	1	29.5	20.0	3.2	56	19_32	1	24.8	21.9	3.2	22		27.5
56	2	20.0	18.0	3.2	56	19_32	2	21.9	19.1	3.2			
56	3	18.0	16.0	3.2	56	15_32	3	19.1	16.4	3.2			
56	4	16.0	16.0	3.2	56	13_32	4	16.4	13.7	3.2			
56	5	16.0	12.3	3.2	56	11_32	5	13.7	11.3	3.2			
56	6	12.3	9.9	2.2	56	09_22	6	11.3	9.9	2.2			
57	1	31.0	20.7	7	57	19_7	1	27.1	20.6	7	24		28.8
57	2	20.7	18.0	3.2	57	17_32	2	20.6	17.7	3.2			
57	3	18.0	14.7	3.2	57	13_32	3	17.7	15.0	3.2			
57	4	14.7	13.0	3.2	57	11_32	4	15.0	12.5	3.2			
57	5	13.0	10.5	3.2	57	09_22	5	12.5	10.9	2.2			
					57	09_22	6	10.9	9.7	2.2			
58	1	32.5	20.5	7	58	19_7	1	26.0	19.7	7	23		28.6
58	2	20.5	17.0	3.2	58	15_32	2	19.7	16.9	3.2			
58	3	17.0	14.2	3.2	58	13_32	3	16.9	14.3	3.2			

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas					Dados Arv			
Arv	Peça	Dmax	Dmin	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmin	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
58	5	12.0	10.7	3.2	58	09_22	5	11.9	10.4	2.2			
					58	09_22	6	10.4	9.2	2.2			
59	1	32.5	19.0	7	59	19_7	1	25.4	19.2	7	22.5		28.3
59	2	19.0	18.0	3.2	59	15_32	2	19.2	16.5	3.2			
59	3	18.0	14.6	3.2	59	13_32	3	16.5	13.9	3.2			
59	4	14.6	13.5	3.2	59	11_32	4	13.9	11.5	3.2			
59	5	13.5	10.5	3.2	59	09_22	5	11.5	10.0	2.2			
					71	19_32	1	22.6	20.1	3.2			
71	1	24.0	18.0	3.2	71	17_32	2	20.1	17.6	3.2	20		29
71	2	18.0	17.0	3.2	71	15_32	3	17.6	15.3	3.2			
71	3	17.0	16.0	3.2	71	11_32	4	15.3	13.0	3.2			
71	4	16.0	14.0	3.2	71	09_22	5	13.0	11.5	2.2			
71	5	14.0	13.0	3.2	71	09_22	6	11.5	10.1	2.2			
71	6	13.0	10.0	3.2									
72	1	29.0	20.0	3.2	72	19_32	1	23.7	21.1	3.2	21		29.1
72	2	20.0	19.0	3.2	72	17_32	2	21.1	18.5	3.2			
72	3	19.0	16.0	3.2	72	15_32	3	18.5	16.0	3.2			
72	4	16.0	14.0	3.2	72	13_32	4	16.0	13.6	3.2			
72	5	14.0	12.5	3.2	72	11_32	5	13.6	11.4	3.2			
72	6	12.5	10.5	3.2	72	09_22	6	11.4	10.0	2.2			
73	1	30.0	21.0	7	73	19_7	1	26.0	19.8	7	23		29.3

Tabela A1. Continua...

Tabela A1. Continuação...

Selecionadas					Calculadas					Dados Arv			
Arv	Peça	Dmax	Dmín	L (m)	Arv	Peça	Tora	Dmax	Dmín	L (m)	Dap (cm)	Hc (m)	Ht (m)
73	3	19.3	16.0	3.2	73	13_32	3	17.1	14.5	3.2			
73	4	16.0	15.0	3.2	73	11_32	4	14.5	12.1	3.2			
73	5	15.0	11.3	3.2	73	09_22	5	12.1	10.7	2.2			
					73	09_22	6	10.7	9.4	2.2			
74	1	35.0	21.0	7	74	19_7	1	27.1	20.4	7	24		28.2
74	2	21.0	18.0	3.2	74	17_32	2	20.4	17.5	3.2			
74	3	18.0	16.0	3.2	74	13_32	3	17.5	14.7	3.2			
74	4	16.0	15.0	3.2	74	11_32	4	14.7	12.2	3.2			
74	5	15.0	12.0	3.2	74	09_22	5	12.2	10.7	2.2			
74	6	12.0	9.5	2.2	74	09_22	6	10.7	9.4	2.2			

Embrapa

Milho e Sorgo

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CGPE 18261