

INFLUÊNCIA DE MÉTODOS DE DESDOBRAMENTO TANGENCIAIS NO RENDIMENTO E NA QUALIDADE DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* spp

Sérgio Ferreira¹, José Tarcísio Lima², Sebastião Carlos da Silva Rosado²,
Paulo Fernando Trugilho²

(Recebido: 29 de abril de 2003; aceito: 19 de maio de 2004)

RESUMO: Foram avaliadas a produção e a qualidade da madeira serrada verde de 10 clones de híbridos de *Eucalyptus*. As toras foram avaliadas conforme seus defeitos e desdobradas em serra de fita simples, por meio de três métodos tangenciais balanceados: paralelo ao centro da tora (M1), com cortes de costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2) e paralelo à casca (M3). Após o desdobro, avaliaram-se o rendimento e a qualidade da madeira serrada. Todos os clones apresentaram toras com baixa conicidade, pequena curvatura e alta circularidade; as menores rachaduras de extremidades de toras foram apresentadas pelos clones 280, 36 e 299; os clones 62 e 2 apresentaram as menores excentricidades de medula. Os rendimentos médios entre clones foram 35,2% para M1; 30,1% para M2 e 37,2 % para M3. Esses valores aumentaram quando foram somadas a produção de pranchões centrais e de ripas retiradas das costaneiras. Os maiores rendimentos foram dos clones 44a, 62 e 36. O encurvamento das tábuas foi pequeno em todos os clones (média = 3,0 mm/m) e com pequena diferença entre os três métodos de desdobro, o que foi também observado para o arqueamento das tábuas (média = 0,93 mm/m). O clone 44a apresentou os menores índices de rachaduras de tábuas nos três métodos de desdobro (média = 5,7%). A análise de agrupamento demonstrou que os clones 44a e 62 apresentaram os maiores rendimentos e menores rachaduras de madeira serrada.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, método de desdobro, rendimento, qualidade da madeira

INFLUENCE OF TANGENTIAL BREAK DOWN METHODS ON THE YIELD AND ON THE QUALITY OF *Eucalyptus* spp SAWN TIMBER

ABSTRACT: This work evaluated the production and the quality of green sawn timber of ten clones of *Eucalyptus* hybrids. The logs were classified according to their defects and were sawn in a band saw, using three variations of the balanced tangential method: parallel to the centre of the log (M1), cutting slabs at 1/3 of the log ray (M2) and parallel to the bark (M3). Following the logs breakdown, the yield was calculated and the sawn timber was sorted in terms of warp and splits. All clones presented logs with small taper, low bowing and high circularity; the smaller end splits of the logs were presented by clones 280, 36 and 299; clones 62, 2 58 and 36 presented the smallest pith eccentricity. The average lumber recovery between clones, obtained in the three breakdown methods were 35.2 % for the method M1; 30.1 % for

¹ Eng^o Agrônomo, Doutorando, Departamento de Ciências Florestais, UFLA, C.P. 3037, Lavras - MG, CEP 37200-000: correabarros@navinet.com.br.

² Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), C.P. 3037, Lavras MG, CEP 37.200.000

the method M2 and 37.2 % for the method M3. These figures were increased when the production of the central plank and ribs, removed from the slabs were considered in the account. Clones 44a, 62 and 36 presented highest lumber recovery. Bowing was small in all clones (average = 3.0 mm/m) presenting small variation among the three tested breakdown methods; similar behaviour was observed for lumber crook (average = 0.93 mm/m); the clone 44a presented the smallest lumber checks in the three tested breakdown methods (average = 5.7 %). Cluster Analysis, indicated to verify that clones 44a and 62 presented best sawn timber recovery and check performance.

Key words: Eucalyptus, sawing methods, yield, sawn timber

1 INTRODUÇÃO

A crescente utilização de madeira serrada de *Eucalyptus* no Brasil demanda avaliações mais detalhadas sobre suas características e comportamentos frente aos processos industriais. O emprego de novos materiais genéticos de *Eucalyptus* para a produção de madeira serrada requer informações sobre o rendimento das toras submetidas a diferentes métodos de desdobro e sobre a qualidade da madeira produzida.

A aceitação crescente da madeira serrada de eucalipto pelo mercado é causada, em grande parte, pelo seu melhor conhecimento e divulgação, maior disponibilidade, mas também pela crescente pressão social pela redução do uso de madeiras nativas. A esses fatores acrescenta-se a possibilidade de obter maior uniformidade na matéria-prima utilizada em processos industriais e também de poder contar com suprimentos regulares de matéria-prima para as linhas de produção industrial (Nahus, 2002).

A madeira serrada de eucalipto exige cuidados no desdobro e na secagem porque, além da presença de tensões internas de crescimento, as suas propriedades físicas e mecânicas são heterogêneas. Estes aspectos são os principais responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento da madeira devido à tendência ao rachamento das toras antes e durante o seu desdobro, pelo cerne quebradiço e pelas deformações que surgem

na madeira serrada durante o processo de secagem. Para reduzir essas dificuldades, algumas providências têm sido tomadas, melhorando o aproveitamento do eucalipto na serraria.

As tensões de crescimento que ocorrem freqüentemente em *Eucalyptus* de rápido crescimento ocasionam defeitos durante seu processamento e utilização, evidenciando a necessidade de bem avaliá-las. Crêspo (2000) estudou a tensão de crescimento e suas conseqüências no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. Uma das conclusões desse trabalho foi a existência de uma correlação entre rachadura de extremidade de tábua e rachadura da tora. Para o *Eucalyptus saligna*, 77% das dimensões das rachaduras nas tábuas estão correlacionadas com as rachaduras de extremidade de tora, enquanto para o *Eucalyptus grandis*, essa correlação foi de apenas 21%. Isto indica que, para o *Eucalyptus grandis*, a maior parte das rachaduras das tábuas ocorre durante o processo de desdobro. Isto também indica que a técnica de desdobro utilizada para *Eucalyptus grandis* não foi adequada.

Del Menezzi (1999), estudando *Eucalyptus cloeziana* de 17 anos de idade e *Eucalyptus grandis* de 21 anos de idade, afirmou que, do ponto de vista de utilização de peças, o pior defeito é o arqueamento. Crêspo (2000) concluiu que, em *Eucalyptus saligna* e em *Eucalyptus grandis* com 20 anos de idade,

o arqueamento foi gerado durante o desdobro, devido à liberação das tensões de crescimento residuais na tora. Observou também que a curvatura da tora não influenciou o arqueamento da madeira serrada.

Para reduzir os defeitos oriundos das tensões de crescimento, diversas técnicas de desdobro têm sido utilizadas com vantagens e desvantagens, sendo necessárias também outras ações conjuntas, como melhoramento genético e manejo florestal. Entre os métodos de desdobro, os mais comuns são o paralelo, o radial e o simétrico ou alternado. A técnica de desdobro adotada, a qualidade da matéria-prima e as características dos equipamentos utilizados deverão garantir um rendimento adequado, assim como uma boa qualidade da madeira serrada. Características externas (conicidade, curvatura e achatamento) e internas (tensões de crescimento, excentricidade da medula e largura da rachadura) das toras são determinantes para se obter qualidade e rendimento satisfatórios.

O desdobro tangencial consiste na obtenção de peças tangenciais às camadas de crescimento. Entretanto, quando o corte passa pela proximidade da medula, ou tem orientação diametral, também são obtidas peças com face radial. Segundo Vermaas (1995), este tipo de desdobro é preferido na Austrália por apresentar melhor desenho, maior rendimento em madeira serrada, menor limitação de largura das tábuas e maior rapidez de secagem. Este método apresenta também a vantagem de permitir que o empenamento apresentado pelas tábuas seja mais facilmente corrigido do que o apresentado pelas tábuas radiais.

Uma comparação entre os métodos de desdobro radial e tangencial em toras de *Eucalyptus grandis* (12 anos de idade) e *Eucalyptus dunnii* (16,5 anos de idade) foi tema de pesquisa de Rocha & Tomaselli (2002). Segundo seus resultados, defeitos

como arqueamento e encurvamento provocados pelas tensões de crescimento foram de menor intensidade em tábuas provenientes do desdobro tangencial. De modo diferente, as rachaduras foram maiores em tábuas provenientes do desdobro tangencial.

O rendimento ao desdobro é obtido pela relação entre os volumes de madeira serrada e de toras, expressa em %, e pode ser afetado de diferentes formas. De acordo com Rocha & Tomaselli (2001), o rendimento varia de 45% a 55% para folhosas, sendo afetado pela qualidade das toras, dos equipamentos, técnicas de desdobro e pela qualificação profissional dos operários.

De acordo com Crêspo (2000), a conicidade de toras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* (20 anos) apresenta, sobre o rendimento em madeira serrada, impacto significativamente maior que a rachadura de extremidade da tora e rachadura de extremidade de tábua.

Nahus (2002) afirma que, de maneira geral, a madeira produzida pelas florestas plantadas no Brasil apresenta volumes significativos, embora, por vezes, a qualidade seja apenas aceitável. Informações como desdobro, velocidades de alimentação das serras, formas de dentes de serras e propriedades das espécies que afetam o seu processamento resultam em menor incidência de defeitos, contribuindo para uma melhor qualidade da matéria-prima. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de três métodos de desdobro no rendimento e qualidade da madeira de clones do gênero *Eucalyptus*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se 33 toras provenientes de 10 clones de híbridos de *Eucalyptus* spp., selecionados entre 34 clones da Companhia Mineira de Metais - Unidade Agroflorestal

Riacho – Vazante, MG. O clone 44 foi selecionado com duas idades, sendo, portanto, avaliados 11 materiais genéticos com 3 toras/material genético (Tabela 1).

Este material foi coletado amostrando-se três árvores/clone, medindo-se a circunferência a 1,30 m de altura. Após as árvores serem derrubadas a 30 cm de altura do solo, mediu-se o fuste de cada árvore e, em seguida, foi cortada uma tora de 7,0 m de comprimento. Todas as toras foram identificadas e, logo após o pincelamento com parafina derretida, foram transportadas para o pátio da empresa. No segundo dia após a derrubada, as toras foram conduzidas para a Unidade Experimental de Desdobro e Secagem da Madeira na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Após 5 dias, retirou-se um torete de 40 cm de comprimento da extremidade da base de cada tora para uniformizar a conicidade, e cortou-se também uma tora basal de 2,9 m de comprimento, que foi utilizada para avaliação

de métodos de desdobro (o restante da tora foi utilizado em outros trabalhos). As toras foram classificadas pela Norma para Classificação de Toras de Madeiras de Folhosas IBDF (1984).

Antes do desdobro, foram avaliadas: a conicidade, a excentricidade da medula, a largura da maior rachadura de topo, a circularidade, a curvatura e a cubagem das toras segundo as normas para medição e classificação de toras de madeiras folhosas (IBDF, 1984).

O desdobro foi realizado em serra de fita simples regulada para produzir peças com 3 cm de espessura. As peças foram canteadas em serra circular canteadeira e destopadas em serra circular destopadeira tipo pêndulo.

O método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1) está esquematizado na Figura 1. Neste método são retiradas as costaneiras e tábuas por meio de giros de 180° nas toras até ser retirada a última peça, também denominada pranchão central.

Tabela 1. Material genético usado

Table 1. Genetic material utilised

Clone	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Local
58	7,5	10x4	Q4- Fazenda Riacho
62	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso
02	10,5	6x4	Pesq. 91 F. Bonsucesso
44a	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso
44b	13,5	3x3	ATC-88Proj. 81F.Bonsucesso
66	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
36	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
41	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
280	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
299	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
07	10,5	6x4	Pesq. 91 Fazenda Riacho

ATC- área de teste clonal; Pesq. - pesquisa; F. Bonsucesso - Fazenda Bonsucesso; Q – quadra

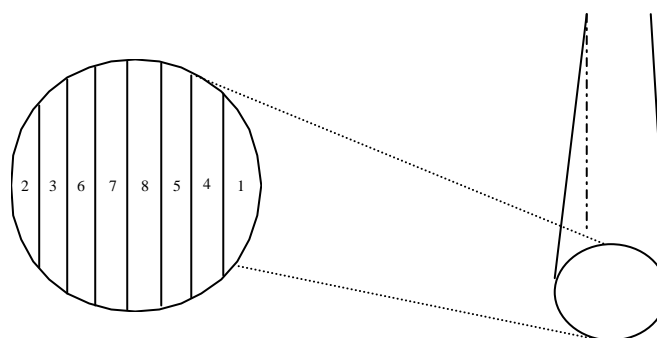


Figura 1. Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1).

Figure 1. Tangential balanced method parallel to the centre of the log (M1).

As toras destinadas ao método de desdobro tangencial paralelo ao centro da tora com retirada de duas costaneiras a $1/3$ do raio (M2) foram apoiadas no encosto lateral do carro e fixadas por meio de garras. Riscou-se os raios médios das duas extremidades da tora com um giz marcando-se sobre eles os dois pontos referentes à distância de $1/3$ de seu comprimento a partir da circunferência. Sobre essa marca de giz retiraram-se as duas costaneiras e, em seguida, os procedimentos de corte foram semelhantes aos realizados no M1, retirando-se as tábuas até o pranchão central, conforme ilustrado na Figura 2.

No método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3), a base da tora foi fixada e encostada na haste do carro-porta-toras. Deslocou-se a tora até que a base desta tocasse num esquadro apoiado na extremidade da mesa do carro-porta-toras. Em seguida, o topo da tora foi deslocado com o auxílio de alavanca até encostar em outro esquadro, apoiado na outra extremidade da mesa do carro-porta-toras sem encostar na haste, conforme a Figura 4. Dessa maneira, a tora foi alinhada com a lâmina da serra de fita para cortar as costaneiras e tábuas, até ser retirado o pranchão central que apresentou

formato de cunha (Figura 3). O objetivo deste método é produzir tábuas constituídas por fibras de um mesmo anel de crescimento.

Após o desdobro das toras, as tábuas foram canteadas na serra circular canteadeira, produzindo-se a maior largura possível.

Com o objetivo de promover melhor aproveitamento das toras, as costaneiras obtidas nos três métodos de desdobro foram resserradas na serra circular canteadeira, obtendo-se ripas com as seguintes dimensões nominais: $1,7 \times 5,0 \times 290$ cm.

Após o corte das tábuas, determinaram-se a largura e o comprimento da maior rachadura em cada extremidade das peças, sendo descontados do volume final. A seguir, as peças foram empilhadas e tiveram as extremidades esquadrejadas. Com isso, o comprimento foi padronizado e reduzido para 2,8 m.

O encurvamento e o arqueamento foram medidos com base no comprimento da flecha maior em relação ao comprimento da peça. Após a obtenção do volume de todas as tábuas, pranchões centrais e ripas provenientes de cada tora, calculou-se o rendimento.

Na avaliação dos dados, utilizou-se a técnica multivariada, a análise de agrupamento e o método hierárquico do vizinho mais próximo. Adotou-se como

medida de similaridade a distância euclidiana média, pois ela contorna os problemas de escala.

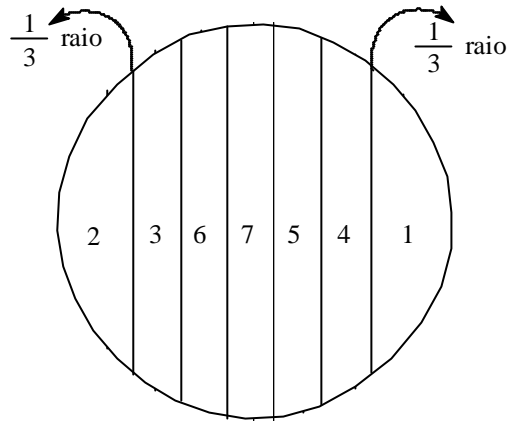


Figura 2. Método de desdobro tangencial paralelo ao centro da tora com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio (M2).

Figure 2. Tangential balanced method parallel to the centre of the log with removal of slabs at 1/3 of ray (M2).

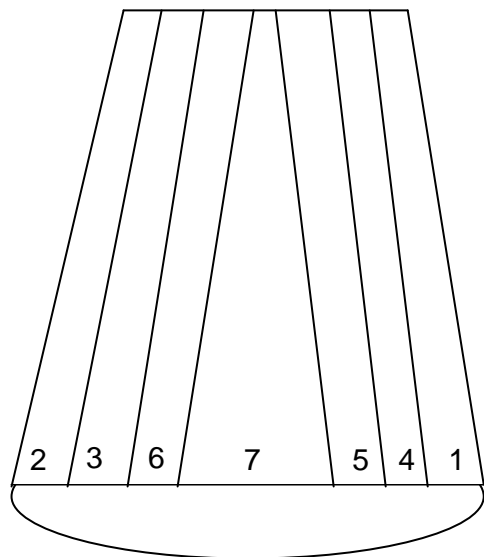


Figura 3. Método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3).

Figure 3. The balanced tangential method parallel to the bark (M3).

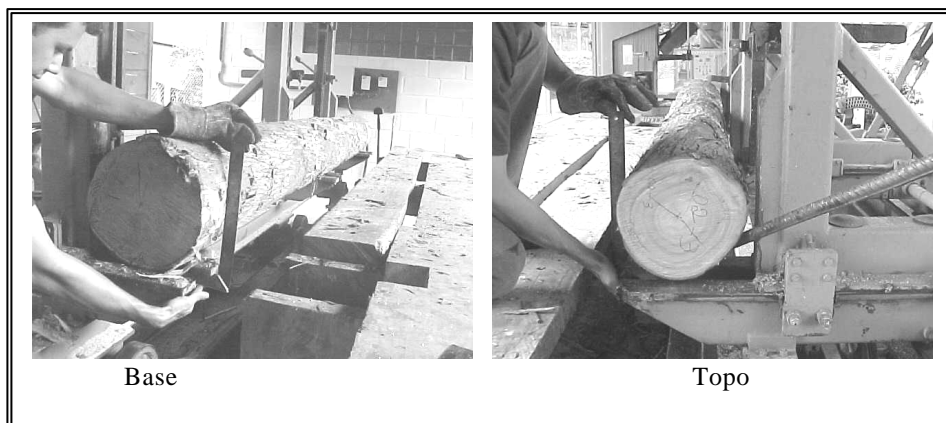


Figura 4. Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3).

Figure 4. Tangential balanced sawing method parallel to the bark (M3).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e respectivos coeficientes de variação (CV) das características determinadas nas toras encontram-se na Tabela 2. Com referência ao diâmetro das árvores dos clones selecionados, destaca-se o clone 58, com o maior valor. É importante ressaltar que essas dimensões não refletem obrigatoriamente as características do povoamento, uma vez que as árvores não foram amostradas para essa finalidade.

Tanto a conicidade como a curvatura e a circularidade dos clones foram enquadradas como superiores, conforme classificação do IBDF (1984), em que a conicidade e a curvatura não são superiores a 3% e a circularidade não seja inferior a 90%. As diferenças observadas entre clones foram, em geral, pequenas. Estes resultados indicam que essas características não influenciam os rendimentos no desdobro.

Para as rachaduras de topo das toras foi obtida uma média geral de 0,97 mm, conforme Tabela 2. Os clones 280 e 36 apresentaram os

menores valores de rachadura de topo, podendo indicar baixo nível de tensões de crescimento associado a estes materiais.

Para a excentricidade da medula, os clones se enquadram como materiais de primeira classe conforme classificação do IBDF (1984), destacando-se os clones 62 e 2. A presença de lenho de tração pode ser indicada pelo crescimento excêntrico observado nas extremidades das toras (Kollmann & Côté Jr., 1968), estando também associado à formação de troncos achatados.

Nos três métodos de desdobro apresentados na Tabela 3, observa-se que, pela média, os valores dos rendimentos foram aproximados. O rendimento total corresponde ao somatório do rendimento de tábuas, ripas e pranchões. O clone 62 apresentou o maior rendimento total no método M1 (57,4%), enquanto o clone 44a resultou em bom desempenho em todos os métodos. O clone 7 apresentou maior rendimento total nos métodos M2 e M3, estando também entre os melhores no método M1. Analisando-se a Tabela 2, verifica-se que este clone apresenta uma das maiores conicidades. Era esperado

que, devido à sua maior conicidade, o clone 7 resultasse em rendimento baixo; entretanto, como as conicidades em todos os clones foram baixas, é possível que essa característica não tenha afetado significativamente o rendimento. O clone 36 também mostrou bom desempenho no método M1 (56,6%) e no

método M2 (53,6%). O clone 44b apresentou os menores rendimentos no método M1 (39,1%) e no método M3 (32,3%). É possível que o alto índice de rachadura de tábuas observado neste clone tenha influenciado negativamente o seu rendimento.

Tabela 2. Dimensões médias das árvores e das toras por clone

Table 2. Average dimensions of the trees and of the logs per clone

CL	D		CO		CVT		CI		RAT		EX	
	M (cm)	CV (%)	cm/m	CV (%)	mm/m	CV (%)	%	CV (%)	mm	CV (%)	M (%)	CV (%)
66	27,0	9,06	1,3 a	50,7	9,0 a	71,2	96,4 a	2,24	0,93 b	72,67	6,7 b	44,17
36	28,6	8,74	0,9 a	29,2	13,2 a	50,1	95,2 a	0,86	0,55 b	28,39	4,4 b	41,62
41	29,4	5,64	1,3 a	20,1	12,8 a	44,7	96,5 a	0,95	0,96 b	24,79	8,6 a	8,31
7	31,3	3,96	1,7 a	35,6	12,0 a	10,1	97,5 a	1,9	0,78 b	11,63	4,7 b	14,82
58	32,2	9,65	2,1 a	16,6	10,3 a	75,1	95,8 a	0,62	1,38 a	67,00	3,7 b	58,49
280	30,4	4,62	1,4 a	62,6	12,5 a	55,8	93,5 a	8,14	0,50 b	49,24	5,4 b	2,51
299	26,5	4,22	1,2 a	45,9	6,8 a	28,0	97,6 a	2,7	0,60 b	15,02	6,7 b	19,84
44b	30,1	0,81	1,4 a	12,5	10,9 a	24,1	92,7 a	2,91	1,68 a	4,77	10,2 a	10,83
2	27,7	2,83	1,4 a	23,9	8,5 a	20,4	94,1 a	5,06	1,48 a	37,01	3,1 b	64,84
44a	25,7	6,53	0,8 a	20,8	16,7 a	77,8	88,7 a	1,94	0,79 b	16,21	5,3 b	37,70
62	28,3	4,36	1,5 a	22,6	9,1 a	36,5	95,1 a	1,35	1,00 b	11,46	2,6 b	35,65
Média	28,9	5,49	1,4	31,0	11,1	44,9	94,8	2,6	0,97	30,75	5,58	30,80

CL = Clone; D = diâmetro da árvore com casca a 1,30 m; CO = conicidade da tora; CVT = curvatura da tora; CI = circularidade da tora; RAT = rachadura da tora; EX = excentricidade da medula; a e b = médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente, pelo teste de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade; M – Média; CV – Coeficiente de variação

Árvores ou clones que apresentam maiores diâmetros são mais desejáveis para a produção de madeira serrada por resultarem em maiores rendimentos (Wade, 1992). Segundo este autor, o rendimento em madeira serrada aumenta com o aumento do diâmetro das toras porque o volume de toras perdido com costaneiras e aparas é menor em relação ao volume das toras. Entre os três métodos de desdobro apresentados na Tabela 3 nota-se, pelas médias, que o método M2 apresentou o menor rendimento em tábuas, em função da

retirada de costaneiras maiores. O clones 36 e 62 aparecem com bons rendimentos de tábuas nos métodos M1 e M2. Observa-se também que o clone 44a apresentou alto rendimento de tábuas no método M2 (37,4%) e no método M3 (39,5%). Novamente, o clone 44b apresenta-se entre os piores no método M1 (27,3%) e no método M3 (25,0%). Conforme explicação oferecida para o rendimento total, provavelmente o alto índice de rachadura de tábuas observado neste clone, tenha influenciado negativamente o seu rendimento.

Na Tabela 3, nota-se que, para o rendimento de ripa, o método de desdobro M2 destaca-se com o maior rendimento médio (9,0%), em função de possuir costaneiras maiores que as dos outros métodos. Devido à maior uniformidade da espessura de suas costaneiras, o método M3 apresentou rendimento de ripa superior ao método M1.

Verifica-se (Tabela 3) que no rendimento de pranchão central o método M3 destacou-se com a menor média (5,0%), provavelmente devido a esses pranchões apresentarem a forma de cunha e maior índice

de rachaduras. Ressalta-se que, de forma geral, as rachaduras nos pranchões centrais ocorreram próximas à região da medula e que essa região da tora é, normalmente, mais fraca.

Verifica-se, na Tabela 4, que o encurvamento das tábuas para todos os clones nos três métodos de desdobro apresentou valores de pequena magnitude. Este resultado pode ser considerado médio quando comparado com aqueles encontrados por Rocha (2000) e Del Menezzi (1999), com 2,26 mm/m e 5,65 mm/m, respectivamente, ambos trabalhando com *Eucalyptus grandis*.

Tabela 3. Valores médios dos rendimentos da madeira por método de desdobro e produto

Table 3. Average values of the saw timber recovery per sawing methods and product

Clone	R			R TB			RRP			R PR		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
66	56,1	42,0	52,5	38,4	25,2	37,7	4,4	9,8	7,0	13,2	7,1	7,8
36	56,6	53,6	47,5	42,3	35,5	37,4	2,5	11,2	3,5	11,8	6,9	6,5
41	39,8	46,3	45,2	27,2	32,1	38,8	2,0	3,5	3,1	10,5	10,8	3,4
7	56,4	56,0	54,3	33,7	31,9	43,0	5,3	14,5	6,4	17,5	9,5	4,9
58	55,9	38,0	42,6	35,2	25,3	37,7	5,0	10,9	3,9	15,7	1,8	1,0
280	52,5	43,2	52,0	36,0	20,9	38,2	1,6	7,2	7,0	14,8	15,1	6,9
299	48,9	52,0	45,2	33,6	30,6	37,6	5,9	10,5	5,4	9,4	10,9	2,2
44b	39,1	47,9	32,3	27,3	30,6	25,0	2,9	5,9	5,2	8,9	11,4	2,1
2	54,1	47,9	50,9	35,5	28,7	38,9	7,1	10,5	10,0	11,5	8,7	2,1
44a	50,0	51,4	53,5	32,9	37,4	39,5	5,7	8,0	2,1	11,5	6,0	11,9
62	57,4	48,6	45,9	45,0	33,1	35,4	10,1	7,3	4,7	2,4	8,2	5,9
Md	51,5	47,9	47,5	35,2	30,1	37,2	4,8	9,0	5,3	11,6	8,7	5,0

R = rendimento total (%); RTB = rendimento de tábuas (%); RRP = rendimento de ripas(%); RPR = rendimento de pranchões (%); M1 = desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = desdobro tangencial paralelo ao centro da tora com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio; M3 = desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

Tabela 4. Valores das dimensões dos defeitos da madeira por método de desdobro**Table 4.** Average values of the sawn timber defects per sawing methods

Clone	E TB			A TB			IR TB		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
66	3,6	2,8	3,1	0,0	0,9	1,7	10,4	21,5	10,1
36	2,3	2,7	2,8	1,1	0,9	0,8	6,7	10,5	4,8
41	3,4	2,7	4,2	1,1	0,6	1,1	18,3	12,3	22,4
7	3,0	2,1	2,1	1,0	0,9	0,8	8,6	10,8	8,5
58	2,9	2,0	2,1	1,1	0,9	1,3	17,9	27,5	23,6
280	3,3	2,7	2,1	1,4	0,3	1,1	11,6	13,0	4,9
299	3,6	3,0	2,9	0,4	1,1	0,6	21,4	15,9	14,3
44b	3,2	3,4	4,4	0,9	1,1	0,2	28,3	16,9	25,5
2	2,7	3,5	2,1	0,8	0,6	0,4	6,5	29,9	4,5
44 ^a	4,3	4,1	3,4	0,6	1,6	2,1	4,9	9,9	2,5
62	3,0	3,0	3,3	1,0	0,6	1,4	6,3	10,3	16,4
Média	3,2	2,9	3,0	0,9	0,8	1,1	12,8	16,2	12,4

ETB = encurvamento de tábuas (mm/m); ATB = arqueamento de tábuas (mm/m); IRTB = índice de rachadura de tábuas (%); M1 = desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

De modo geral, os clones 36 e 58 apresentaram os menores encurvamentos nos três métodos de desdobro (Tabela 4). Os clones 44a e 44b apresentaram os maiores encurvamentos nos três métodos analisados. Nota-se uma correspondência com a curvatura das toras na Tabela 2, em que se observam, entre outros, o clone 44a, que apresentou alto índice e o clone 58, com baixo índice. A mesma correspondência não foi verificada no clone 36, com alta curvatura de toras e baixo encurvamento de tábuas.

Observa-se, ainda na Tabela 4, que, para o arqueamento, o resultado médio geral pode ser considerado baixo, quando comparado com os apresentados por Rocha (2000) que, trabalhando com *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, encontrou 1,56 mm/m e 2,80 mm/m, respectivamente. De modo geral, nota-se que os clones 299 e 2 apresentaram os menores valores de arqueamento nos três métodos de desdobro analisados. É importante considerar que, para os métodos tangenciais de desdobro, conforme os adotados neste trabalho,

normalmente os valores de arqueamento são menores do que aqueles encontrados no método de desdobro radial, conforme sugerido por Sharma et al. (1988) e Garcia (1995). Este último autor ressalta que peças que apresentam arqueamento somente são endireitadas mediante desgaste lateral reduzindo a produtividade.

Verifica-se, na Tabela 4, para índice de rachadura de tábuas, que os clones 44a, 62 e 36 apresentaram comportamento melhor nos três métodos de desdobro usados. Os clones 44b, 58 e 299 apresentaram as maiores rachaduras. Comparando as rachaduras das tábuas com as rachaduras de toras (Tabela 2), nota-se um desempenho semelhante dos clones, com algumas exceções, como o clone 299. Pode-se notar que a retirada de 1/3 da tora em costaneiras (M2) não reduziu com eficiência o efeito das tensões. Este resultado contradiz os resultados de outros trabalhos (Montagna et al., 1991) e conseqüentes recomendações para desdobro de toras de *Eucalyptus*. A ineficiência do corte a 1/3 do raio pode ter sido devido a vários fatores que estariam contribuindo para tornar a tora menos equilibrada mecanicamente. Entre esses, podem-se citar a conicidade da tora, a curvatura da tora e a excentricidade da medula. É possível que métodos de desdobro que promovam cortes simultâneos contribuam mais para o alívio das tensões de crescimento do que a espessura das costaneiras.

A análise de agrupamento mostrou que, para o M1, o clone 62 se destaca com o melhor comportamento para índice de rachadura, rendimento e arqueamento de tábuas. O clone 44b apresentou os piores resultados, principalmente para índice de rachadura e rendimento de tábuas.

Para os métodos M2 e M3, a análise de agrupamento mostrou que o clone 44a se destacou no índice de rachadura e rendimento de tábuas. No método M2, o

clone 280 apresentou excelente desempenho na característica arqueamento.

Dada a diversidade de métodos de desdobro utilizados, é possível que outros métodos, acompanhados ou não de ajustes na serra de fita, resultem em melhor qualidade e maior rendimento no desdobro. Por isso, sugere-se que, numa próxima etapa dessa linha de estudo, verifique-se a influência que a retirada de três costaneiras sucessivas exerce sobre esses índices. Outra questão que se apresenta e que merece ser tratada em novas abordagens deve ser avaliar o desempenho do desdobro em serra geminada.

4 CONCLUSÕES

Entre os três métodos de desdobro analisados o tangencial balanceado paralelo à casca resultou em maior rendimento de tábuas.

A avaliação da qualidade das tábuas entre os três métodos de desdobro resultou em pequena diferença no encurvamento e no arqueamento. O menor índice de rachadura de tábuas foi obtido no método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

Os clones 44a e 62 apresentaram os maiores rendimentos em tábuas.

O clone 44a se destaca com o menor índice de rachadura de tábuas.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/PROCAD pela concessão de bolsa de mestrado ao autor deste trabalho e a Companhia Mineira de Metais -

CMM pelo fornecimento do material genético de estudo e apoio logístico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRÊSPO, E. A. Tensões de crescimento e suas consequências, controláveis e não controláveis, no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. 2000. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- DEL MENEZZI, C. H. S. Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *E. cloeziana* F. Muell. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- GARCIA, J. N. Técnicas de desdobro de eucalipto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. Anais... Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p.59-67.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - IBDF. Norma para medição e classificação de toras de madeiras de folhosas. Brasília, DF, 1984.42 p.
- KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JR, W. A. Principles of wood science and technology. New York: Springer Verlag, 1968. 592 p.
- MONTAGNA, R. G.; PONCE, R. H.; FERNANDES, P. de S.; RIBAS, C. Desdobro de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden visando diminuir o efeito das tensões de crescimento. Revista do Instituto Florestal, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 181-190, 1991.
- NAHUS, M. A. R. Utilização racional da madeira de eucalipto. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002. p. 99-113.
- ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias. 2000. 185 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. Floresta e Ambiente, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 94-103, 2001.
- ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. Cerne, Lavras, MG, v. 8, n. 2, p. 70-83, 2002.
- SHARMA, S. N.; PANDEY, C. N.; KANNOJI, H. C. Sawing and seasoning technique for *Eucalyptus tereticornis*. Journal of the Timber Development Association of India, v.34, n. 4, p. 5-12, 1988
- VERMAAS, H. F. Drying eucalypts for quality: material characteristics and optimization of drying quality. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995, São Paulo. Anais... Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 119-132.
- WADE, M. W.; BULLARD, S. H.; STEELE, P. H.; ARAMAN, P. A. Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics. Forest Products Journal, Madison, v. 42, n. 11/12, p. 21-26, Nov./Dec. 1992.