

# QUALIDADE DE MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus dunnii* EM FUNÇÃO DO MÉTODO DE DESDOBRAMENTO E CONDIÇÃO DE UMIDADE

Márcio Pereira da Rocha<sup>1</sup>, Paulo Fernando Trugilho<sup>2</sup>

(recebido: 4 de maio de 2006; aceito: 30 de agosto de 2006)

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de avaliar a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* para uso na indústria de beneficiamento. Foram utilizadas toras de 25 e 30 cm de diâmetro, desdobradas em dois métodos de desdobro. Um método produziu tábuas com faces tangenciais e o outro método tábuas com faces radiais. Foram mensurados os seguintes defeitos: arqueamento, encurvamento, encanoamento e índice de rachaduras nas tábuas em condição verde e após secagem até a umidade de equilíbrio. O arqueamento foi mais intenso em tábuas radiais. O encurvamento foi similar nos dois sistemas de desdobro. O encanoamento ocorreu somente em tábuas tangenciais após a secagem das mesmas. As rachaduras foram mais intensas no desdobro tangencial e apresentaram maior evolução após secagem, quando comparado com o desdobro radial. O sistema de desdobro visando a obtenção de tábuas com faces radiais apresentou melhores condições de uso das peças para fins de beneficiamento industrial.

Palavras-chave: Madeira, qualidade, eucalipto, desdobro.

## SAWNWOOD QUALITY OF *Eucalyptus dunnii* AS A FUNCTION OF SAWING MODEL AND MOISTURE CONTENT

**ABSTRACT:** This research evaluated the quality of *Eucalyptus dunnii* sawn wood for use in the lumber industry. Logs of 25 and 30 cm of diameter were used, broken down according to two methods. The first method produced boards with tangential faces and the other method produced boards with radial faces. Defects such as crooking, bowing, cupping, and index of cracks in boards, in two humidity conditions, were appraised. Defects were appraised before and after drying, i.e. after reaching the humidity balance. The crooking was more intense in radial boards. The bowing was similar in the two studied systems. Cupping only happened in tangential boards after drying. Cracks were more intense in tangential break down, presenting larger evolution after drying, when compared with radial break down. The breaking down system envisaging boards with radial faces presented pieces of better conditions for industrial purposes.

Key words: Wood, quality, eucalypt, sawing.

### 1 INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente plantadas no Brasil, onde a sua principal utilização é voltada para o abastecimento de matéria prima para as indústrias de celulose e de carvão vegetal, e posteriormente, para a indústria de chapas de partículas e fibras.

Através do melhoramento genético e de técnicas silviculturais adequadas, muitas destas espécies vêm demonstrando potencial para novos usos e produtos, como, por exemplo, a madeira serrada para a indústria de móveis, que vem substituindo muitas espécies tropicais, apresentando qualidade e beleza apreciáveis.

A espécie *Eucalyptus dunnii*, por ser de relativa resistência a geadas, é amplamente plantada na região Sul, onde inicialmente também era destinada para a produção de celulose. Por ser de massa específica aparente elevada,

sendo 0,80 g/cm<sup>3</sup> a 12% (ROCHA, 2000), é considerada uma madeira pesada, podendo ser utilizada em situações que exijam maior resistência mecânica.

Como a maioria das espécies do gênero, o *Eucalyptus dunnii* apresenta elevadas tensões de crescimento, as quais se manifestam na madeira serrada através de rachaduras e empenamentos. Porém, são diversas as alternativas utilizadas para redução de tais defeitos, como o melhoramento genético, métodos de exploração, técnicas de desdobro adequadas, entre outras.

Segundo Rocha (2000), dentre as fases de processamento do eucalipto, a utilização de técnicas adequadas de desdobro é fundamental quando se deseja obter madeira de relativa qualidade. Todas as técnicas utilizadas para desdobro de espécies deste gênero visam minimizar os defeitos oriundos das elevadas tensões de crescimento que este apresenta.

<sup>1</sup>Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – Universidade Federal do Paraná – Av. Prof. Lothario Meissner, 3400 – 80210-170 – Curitiba, PR – mprocha@ufpr.br

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – trugilho@ufla.br

Diversas formas de desdobro têm sido utilizadas para madeira de eucalipto, com vantagens e desvantagens. Uma simples comparação de rendimentos de madeira serrada não pode ser feita, sem que se estabeleça uma combinação entre as espécies, as idades, os diâmetros e as origens das espécies e árvores. No entanto, pode-se inferir quais das técnicas utilizadas produzem menor quantidade de defeitos durante o processo de desdobro e, também, após a secagem. Esta última avaliação se faz necessária, uma vez que as técnicas de desdobro produzem tábuas que apresentarão defeitos no processo de secagem e que não poderão ser totalmente utilizadas.

Deste modo, na seleção da melhor técnica deverá ser escolhida aquela que cause menores problemas, do ponto de vista das tensões de crescimento e da secagem (MENEZZI & NAHUZ, 1998). Estes autores, em uma revisão de literatura realizada sobre as principais formas de desdobro para eucalipto, as dividiram em técnicas que utilizam cortes tangenciais e as que utilizam cortes radiais. Definiram que a técnica de cortes tangenciais consiste na obtenção de peças tangenciais às camadas de crescimento e foi testada por Pandey et al. (1984). Esta técnica é bastante utilizada para outras espécies, mas quando utilizada para eucalipto apresenta problemas. Dentre os problemas, Pandey et al. (1984), citam que a parte interior da tábua, a qual está sob compressão, tende a se alongar com o corte e a parte exterior que está sob tração tende a encurtar. Assim, tábuas tangenciais tornam-se encurvadas para fora da tora. Além deste fator, os autores observaram que 15 a 20% das tábuas desenvolveram rachaduras durante o desdobro, e que durante os processos seguintes, as peças apresentam outros problemas como colapso, empenamentos, fendas de superfície e torcimento.

A técnica de cortes radiais consiste na execução de cortes radialmente às camadas de crescimento, objetivando-se a obtenção do maior número possível de tábuas com faces no mesmo plano dos raios (BOOTLE, 1983, citado por MENEZZI & NAHUZ, 1998). Segundo o mesmo autor, as vantagens de peças radiais são: melhor aparência à madeira de folhosas, em função da disposição dos raios e da grã; menor contração no sentido da largura da tábua, proporcionando menor movimentação em serviço; as bolsas de resina, comuns em eucalipto, apresentam-se nas tábuas radiais com linhas finas, sendo aceitáveis quanto à aparência; tábuas radiais geralmente são menos suscetíveis ao encanoamento e ao fendilhamento; tábuas radiais de eucalipto que são suscetíveis ao colapso durante a secagem, podem ser mais facilmente recondiçionadas.

Porém, quando se visa a obtenção de peças radiais, geralmente, utiliza-se nas técnicas de desdobro, a obtenção de pranchões tangencias para posterior processamento radial e, ao se obter esses pranchões os mesmos tendem a encurvar já durante a passagem pela serra e quando se realiza os cortes radiais, este encurvamento passa a ser arqueamento nas tábuas.

Rocha (2000), testando duas técnicas de desdobro para *Eucalyptus dunnii*, obteve um arqueamento médio de 0,23 mm/m em tábuas tangenciais e 4,78 mm/m em tábuas radiais.

Desta forma, fica evidente que testar formas de desdobro para o *Eucalyptus* passa a ser imprescindível, objetivando-se a melhoria da qualidade da madeira processada, porém, sem deixar de lado os aspectos relacionados com a produtividade das serrarias.

Objetivou-se com este trabalho testar duas técnicas distintas de desdobro, adequadas para o “*layout*” de uma serraria e sua influência na qualidade da madeira serrada, visando o seu uso na indústria de beneficiamento.

## 2 MATERIALE MÉTODOS

### 2.1 Obtenção das toras

As toras foram obtidas de um plantio comercial de *Eucalyptus dunnii* com 13 anos de idade, localizado no município de Três Barras-SC. Sessenta dias antes da derrubada das árvores, estas foram induzidas à morte, através da aplicação de 5 mL de herbicida com princípio ativo “Imazapyr” e nome comercial “Chopper”, com o objetivo de promover a redução de sua umidade ainda em pé. Após os 60 dias, as árvores foram derrubadas e foram traçadas em toras de 3,00 m de comprimento e duas classes de diâmetros, 25 e 30 cm. Imediatamente após o traçamento, as toras foram enviadas à serraria para processamento em até 72 horas.

### 2.2 Desdobro das toras

As toras foram desdobradas por meio de duas metodologias distintas, porém na mesma linha de desdobro, sendo um método para toras de menores diâmetros (25 cm) e outro para toras de maiores diâmetros (30 cm). Tal procedimento foi adotado tendo em vista as dimensões das peças serradas, sendo que se objetivou obter tábuas nas bitolas utilizadas pela indústria onde foi realizado o desdobro das toras. Nos dois métodos de desdobro obteve-se 100 tábuas escolhidas aleatoriamente para cada um, com dimensões de 300 mm de comprimento e 26 mm de espessura

e 160 mm de largura para o desdobro 1 e 300 mm de comprimento, 26 mm de espessura e larguras variáveis entre 70 e 140 mm para o desdobro 2.

O método de desdobro 1 visou à obtenção de tábuas com faces tangenciais e intermediárias, o que consistiu na retirada balanceada de duas costaneiras da tora em serra fita e desdobro do semibloco central em serra circular múltipla. As tábuas que apresentaram esmoado tiveram suas larguras ajustadas em serra circular refiladeira (Figura 1).

O método de desdobro 2 visou à obtenção de tábuas com faces radiais. Este consistiu na retirada de duas costaneiras de forma balanceada e seccionamento do semibloco, através de um corte central, em dois pranchões, sendo estas operações realizadas em serra fita. Os dois pranchões resultantes, foram resserrados

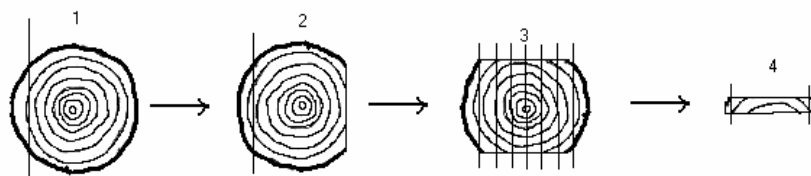
em uma serra circular múltipla de um eixo. As tábuas com esmoado tiveram suas larguras ajustadas na serra circular refiladeira (Figura 2).

### 2.3 Avaliação dos defeitos

As tábuas foram avaliadas logo após o desdobro, ainda na condição verde e após 3 meses de secagem sob cobertura, quando atingiram uma umidade de equilíbrio média de 20%. Foram medidas as larguras e espessuras das tábuas, além dos defeitos, tais como o índice de rachaduras, arqueamento, encurvamento e encanoamento.

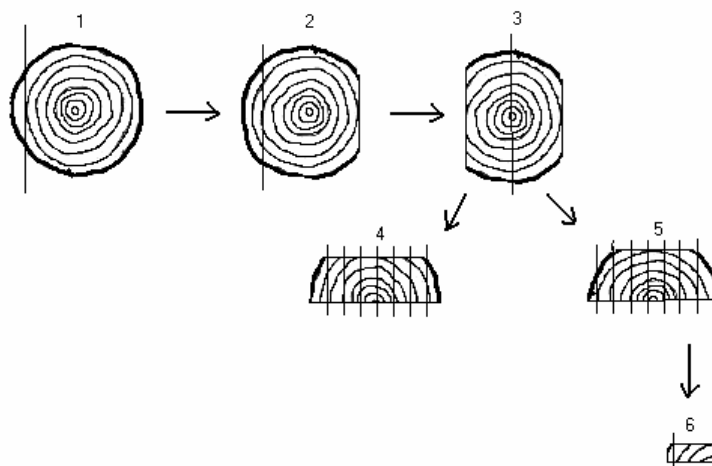
As rachaduras foram avaliadas através do índice de rachaduras, de acordo com a equação:

$$IR = \frac{\sum r}{c} \times 100$$



**Figura 1** – Esquema ilustrativo do método de desdobro visando à obtenção de tábuas tangenciais, em que 1 e 2 – serra fita; 3 – serra circular múltipla de um eixo; 4 – serra circular refiladeira.

*Figure 1* – Illustrative schedule of the breaking down method for obtaining tangential boards, where 1 and 2- band saw; 3- circular gang saw; 4- circular gang saw edger.



**Figura 2** – Esquema ilustrativo do método de desdobro visando à obtenção de tábuas radiais, em que 1, 2 e 3 – serra fita; 4 e 5 – serra circular múltipla de um eixo; 6 – serra circular refiladeira.

*Figure 2* – Illustrative schedule of breaking down method for obtaining radial boards; where 1, 2 and 3 - band saw; 4 and 5 - circular gang saw; 6 - circular gang saw edger.

em que:

IR% é o índice de rachadura (%);

$\sum r$  é a soma das maiores rachaduras de topo em ambos os lados das tábuas (cm) e;

c é o comprimento da tábua (cm).

O arqueamento foi medido por meio da relação entre a maior flecha (Figura 3) e o comprimento da tábua, através da seguinte equação:

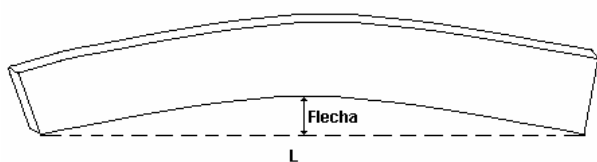
$$A = \frac{F}{L}$$

em que:

A é o arqueamento (mm/m);

F é a maior flecha (mm);

L é o comprimento da tábua (m).



**Figura 3** – Procedimento adotado para medição do arqueamento de tábuas de *Eucalyptus dunnii*. Fonte: Rocha (2000).

**Figure 3** – Procedure adopted for measuring the spring of *Eucalyptus dunnii* boards. Source: Rocha (2000).

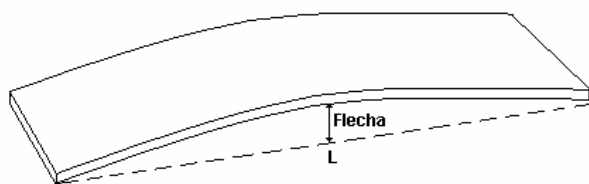
O encurvamento foi obtido por meio da relação entre a maior flecha (Figura 4) e o comprimento da tábua, de acordo com a seguinte equação:

$$E = \frac{F}{L}$$

em que:

E é o encurvamento (mm/m);

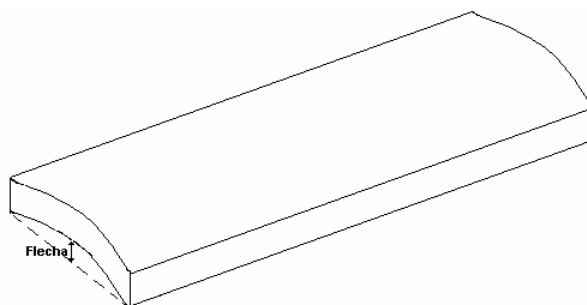
F é a maior flecha (mm).



**Figura 4** – Procedimento adotado para medição do encurvamento de tábuas de *Eucalyptus dunnii*. Fonte: Rocha (2000).

**Figure 4** – Procedure adopted for measuring the bow of *Eucalyptus dunnii* boards. Source: Rocha (2000).

O encanoamento foi obtido por meio da medida direta da maior flecha, como mostrado na Figura 5.



**Figura 5** – Procedimento adotado para medição do encanoamento de tábuas de *Eucalyptus dunnii*. Fonte: Rocha (2000).

**Figure 5** – Procedure adopted for measuring the cupping of *Eucalyptus dunnii* boards. Source: Rocha (2000).

## 2.4 Avaliação estatística

Na avaliação dos dados utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso com 100 repetições (toras), sendo adotado o modelo estatístico hierárquico com classificação cruzadas e interação.

O modelo estatístico foi definido da seguinte maneira:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + C_j + (M \times C)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

$\mu$  é a média geral;

$M_i$  é o efeito do método de desdobro, considerado fixo;

$C_j$  é o efeito da condição de umidade no momento das medições (verde e seca), considerado fixo;

$(M \times C)_{ij}$  é o efeito da interação entre métodos de desdobro e condição de medição, considerado fixo;

$\varepsilon_{ij}$  é o erro experimental.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância para o delineamento experimental adotado. Pela Tabela 1, observa-se que os efeitos de método (M), condição de umidade (C) e interação (M x C) não foram significativos para a espessura da tábua. Este resultado era esperado, tendo em vista que os dois métodos foram desenvolvidos na mesma linha de equipamentos de desdobro. A variação encontrada nesta dimensão para os

dois métodos, pode ser considerada normal para os padrões de qualidade de uma serraria em se tratando de espécie do gênero *Eucalyptus*. Isto se deve ao método de resserragem, em que as tábuas foram obtidas através de cortes simultâneos, implicando numa liberação simétrica das tensões de crescimento na tora. Segundo Malan (1984), com a utilização de cortes simultâneos, esta liberação simétrica e simultânea das tensões, produz tábuas de medidas mais precisas. O mesmo não acontece para tábuas obtidas em cortes sucessivos. Segundo Rocha (2000), quando se desdobra madeira de eucalipto através de cortes sucessivos, após a retirada de cada tábua, a peça que permanece no carro porta tora sofre deformação por flexão, em função da nova distribuição da tensão residual ainda presente. Em consequência, esta deformação resulta numa variação em espessura.

Para a largura das tábuas observa-se que os efeitos de método, condição de umidade e interação foram significativos. Este resultado também era esperado tendo em vista a diferenciação dos métodos de desdobro e o diâmetro das toras usadas. A interação sendo significativa significa que existe dependência entre os dois efeitos.

**Tabela 1** – Resumo da análise de variância para as características dimensionais das tábuas.

**Table 1** – Summary of the variance analysis of boards dimensional characteristics.

Fonte de Variação	Quadrado Médio		
	GL	Largura	Espessura
Método (M)	1	710,7088*	0,1955 <sup>ns</sup>
Condição (C)	1	13,7546*	0,0109 <sup>ns</sup>
M x C	1	0,6510*	0,2727 <sup>ns</sup>
Resíduo	128	0,1347	0,4156
CV (%)		2,84	24,12

\* e ns = Significativo, a 5% de probabilidade e não-significativo pelo teste F; CV = coeficiente de variação.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados das medidas de largura e espessura nas tábuas para os dois sistemas de desdobro usados, tanto para a condição verde como para a condição após a secagem, até umidade média de 20% nas peças.

Em relação à largura das peças, como já era esperado o sistema de desdobro 1, para peças tangencias, apresentou tábuas mais largas que o método 2, para tábuas radiais. Isto se deve ao sistema de desdobro utilizado, no

qual foram retiradas duas costaneiras sendo o semibloco resultante da operação resserrado em tábuas, além do maior diâmetro das toras usadas. Já no método 2, este foi seccionado em dois pranchões. Esta é uma tendência quando se busca a obtenção de tábuas radiais em toras de pequenos diâmetros e algumas vezes, utilizada também em toras de diâmetros maiores. Muitos autores recomendam o corte radial como uma forma de reduzir os efeitos das tensões de crescimento. Porém, os mesmos citam que tal sistema, ao ser utilizado com toras de pequenos diâmetros, origina peças de pequenas larguras (MENEZZI & NAHUZ, 1998; PANDEY et al., 1984; ROCHA, 2000).

Menezzi & Nahuz (1998), e Pandey et al. (1984), utilizando a técnica de desdobro da tora inicialmente em quatro quadrantes, relataram que tal técnica é facilmente empregada em toras de grandes diâmetros ( $\pm 1$  m), mas se torna inviável para toras de menores diâmetros. Porém, neste caso, a indústria onde foi realizada a pesquisa, utiliza tábuas de até 70 mm de largura, o que permite que toras de menores diâmetros sejam desdobradas visando faces radiais. Além disso, tábuas de pequena largura podem ser utilizadas na montagem de painéis de madeira maciça. Rocha (2000), testando dois sistemas de desdobro para toras de *E. dunnii* com diâmetros entre 19 e 30 cm, obteve tábuas mais estreitas no método de desdobro visando peças radiais. Com um diagrama de corte diferente do utilizado neste trabalho, o autor obteve tábuas com largura média de 7,94 cm e com valor mínimo de 4,5 cm. Neste estudo, observou-se que a largura média após a secagem foi de 10,37 cm (Tabela 1), a qual é apropriada para a confecção de painéis maciços.

### 3.1 Defeitos das peças

Na Tabela 3, apresenta-se o resumo da análise de variância para os defeitos medidos nas tábuas, nos dois métodos de desdobro e condição de umidade.

Observa-se que o efeito da interação somente foi não-significativo para o índice de rachadura das tábuas. Os efeitos de método de desdobro e condição de umidade foram significativos para os defeitos avaliados e a interação foi significativa para o encurvamento, arqueamento e encanoamento. Interação significativa indica que existe dependência entre os efeitos.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados dos defeitos medidos nas tábuas obtidas nos dois processos de desdobro, tanto para a condição verde como para a condição após a secagem, até umidade média de 20% nas peças.

**Tabela 2** – Resultados das dimensões das tábuas obtidas nos dois métodos de desdobro, na condição verde e após secagem.**Table 2** – Results of the board dimensions obtained in two breaking down methods, before and after drying.

Método de Desdobro	Característica	Condição de Umidade					
		Verde			Após Secagem		
		Média	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média	Valor Máximo	Valor Mínimo
1 (tangencial)	Largura (cm)	15,65a	16,30	14,70	14,87a	16,00	14,00
	Espessura (mm)	26,57A	27,49	25,23	25,36A	26,82	23,01
2 (radial)	Largura (cm)	10,87b	13,50	7,80	10,37b	13,00	7,20
	Espessura (mm)	26,71A	27,75	25,23	25,97A	27,73	24,65

Médias seguidas de mesma letra e fonte, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3** – Resumo da análise de variância para as características encurvamento, arqueamento, encanoamento e índice de rachadura.**Table 3** – Summary of the variance analysis of bow, spring, cupping and split index (IR) characteristics.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		Encurvamento	Arqueamento	Encanoamento	Índice de Rachadura
Método (M)	1	1597,5985*	12059,7492*	67,2245*	515,3171*
Condição (C)	1	882,3639*	154,3971*	67,2245*	200,3183*
M x C	1	223,3921*	158,8412*	67,4245*	126,5965 <sup>ns</sup>
Resíduo	128	24,2534	19,3003	0,3175	40,0872
CV (%)		41,41	45,89	78,84	52,78

\* e ns = significativo, a 5% de probabilidade, e não-significativo pelo teste F; CV = coeficiente de variação.

Em relação ao arqueamento, pode-se observar que este não ocorreu no desdobro 1, para as tábuas na condição verde. Entretanto, após a secagem, algumas tábuas apresentaram o arqueamento, em pouca proporção, sendo o valor médio foi de 0,04 mm/m e o valor máximo foi de 4,00 mm/m. Já no desdobro 2, este defeito foi freqüente e em grande intensidade nas tábuas ainda na condição verde. Por ter ocorrido ainda na condição verde, pode-se afirmar, que este defeito está intimamente associado às tensões de crescimento. Segundo Rocha (2002), quando se desdobram toras em serra de fita simples, obtendo-se pranchões, no momento da retirada dos mesmos, ocorre um encurvamento das peças serradas da tora. Como estes pranchões foram desdobrados perpendicularmente ao encurvamento numa serra circular múltipla para resserragem, as tábuas obtidas tornam-se fortemente arqueadas. Isto explica a diferença significativa observada entre os dois métodos de desdobro (Tabela 4).

No caso do desdobro 1, foram retiradas duas costaneiras, as quais encurvaram fortemente. O semibloco resultante que foi diretamente resserrado na serra circular

múltipla, não apresentou arqueamento. No desdobro 2, após a retirada das duas costaneiras na serra fita, o semibloco foi resserrado aproximadamente na medula, resultando em dois pranchões fortemente encurvados. Após a resserragem na serra circular múltipla, este defeito apresentou-se nas tábuas obtidas como sendo de arqueamento. No caso da redução do arqueamento, pode-se dizer que tal fato foi em função da contração da madeira, sendo que este não é afetado pelo peso provocado pelo empilhamento das tábuas. Rocha (2000) obteve, para esta espécie com diâmetros de até 30 cm, uma contração tangencial de 11,8% e radial de 7,4%. Como o *Eucalyptus dunnii* apresenta tais índices, provavelmente esta diferença de contração após a secagem, tenha provocado a redução no arqueamento. Isto não é muito comum, pois ainda segundo o mesmo autor, a única maneira de se diminuir o arqueamento de uma tábua é reduzindo o seu comprimento.

Para o encurvamento, este defeito ocorreu nos dois métodos de desdobro, sendo mais elevado para o método 1, tábuas de face tangencial, tanto nas tábuas verdes quanto após a secagem (Tabela 4). Os resultados médios

**Tabela 4** – Resultados dos defeitos avaliados nas tábuas obtidas nos dois métodos de desdobro, na condição verde e após secagem.**Table 4** – Results of the appraised defects in the boards obtained in the two methods of breaking down, before and after drying.

Método de Desdobro	Característica	Condição de Umidade					
		Verde			Após Secagem		
		Média	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média	Valor Máximo	Valor Mínimo
1 (tangencial)	Arqueamento (mm/m)	0b	0	0	0,04b	4,00	0
	Encurvamento (mm/m)	6,68A	14,80	0	5,58A	10,40	0
	Encanoamento (mm)	0	0	0	2,88a	7,00	0
	Rachaduras (%)	11,80a	21,80	0	16,20a	100,00	0
2 (radial)	Arqueamento (mm/m)	8,50a	17,60	0	6,78	14,80	0
	Encurvamento (mm/m)	4,90B	14,40	0	1,79B	12,00	0
	Encanoamento (mm)	0	0	0	0b	0	0
	Rachaduras (%)	4,90b	13,90	0	5,10b	37,00	0

Médias seguidas de mesma letra e fonte, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

obtidos foram superiores aos encontrados por Rocha (2000), que utilizou toras de *Eucalyptus dunnii* com diâmetros entre 19 e 30 cm, obtendo encurvamento médio de 2,35 mm/m num método de desdobro tangencial e 2,72 mm/m num método de desdobro radial. Os resultados deste autor mostram que no desdobro radial o encurvamento médio foi um pouco superior que no desdobro tangencial, porém não havendo diferença estatística nos resultados. Neste estudo, pode-se observar que o método de desdobro 1, o qual visa à obtenção de peças tangenciais, apresentou encurvamento médio mais elevado que o método de desdobro 2.

Nos dois métodos de desdobro, após a secagem, houve uma redução no encurvamento das tábuas. Porém, as tábuas obtidas no método de desdobro 1, apresentaram uma redução bem maior deste defeito após a secagem. Pode-se comprovar que, desde que se tenha um bom sistema de empilhamento das tábuas, este defeito pode ser amenizado durante a secagem. Menezzi (1999), trabalhando com *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus grandis*, também observou uma redução neste defeito após secagem. O mesmo efeito foi observado por Rocha (2000), trabalhando com *Eucalyptus dunnii*. Porém, este autor observou que tanto para tábuas tangenciais como para tábuas radiais, a redução foi semelhante. Desta maneira, pode-se dizer que neste trabalho, a técnica de desdobro para obtenção de peças radiais (desdobro 2) apresentou pouco encurvamento após a secagem das tábuas (Tabela 4).

Em relação ao defeito encanoamento, pode-se observar que este é um defeito típico de tábuas tangenciais (desdobro 1) e que ocorre somente após a secagem das mesmas. Isto é explicado devido a grande diferença de contração entre os sentidos tangencial e radial. Segundo Rocha (2000), as contrações máximas tangencial e radial são 12,2% e 7,9%, respectivamente. Como as tábuas desdobradas no sistema de desdobro 1 apresentam a maior face no sentido tangencial, esta conseqüentemente contrai muito mais na largura do que na espessura. Além disso, deve-se considerar que a diferença de contração entre as duas faces da largura também contribui para a formação deste defeito. Rocha (2000), desdobrando toras de *Eucalyptus dunnii* com diâmetros médios entre 25 e 30 cm, obteve um encanoamento com flecha de 1,75 mm, valor inferior ao encontrado nesta pesquisa, que foi de 2,88 mm (Tabela 4).

Dentre os defeitos de empenamento de tábuas o encanoamento é o mais limitante no que diz respeito a usinagem da madeira, pois na maioria das vezes, torna-se inviável o aplainamento das peças. Já o arqueamento e o encurvamento podem ser amenizados ou até eliminados com a redução do comprimento das peças, operação comum nas indústrias de beneficiamento da madeira, no momento da retirada de defeitos como nós e bolsas de resina, entre outros.

Para o índice de rachaduras, observa-se na Tabela 4, que os dois sistemas de desdobro também apresentaram comportamentos diferentes. Analisando-se as tábuas

verdes, o desdobro tangencial apresentou rachaduras médias de 11,80 cm, valor mais que o dobro do sistema de desdobro radial (4,90 cm). Após a secagem das tábuas radiais, estas praticamente não apresentaram evolução das rachaduras, passando de um índice médio de 4,90 cm para 5,10 cm, ou seja um aumento de 4% no valor das rachaduras médias, no desdobro radial. Já no desdobro tangencial houve um aumento de 11,80 cm para 16,20 cm o que representa uma evolução de aproximadamente 37%. Tais rachaduras, na maioria das vezes implicam em madeira descartada, o que representa uma redução no aproveitamento da mesma e, conseqüente, aumento na participação da madeira serrada nos custos de fabricação de produtos beneficiados.

Comparando-se os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que o arqueamento foi um defeito mais evidente em tábuas radiais, devido ao processo de retirada de pranchões, os quais sofrem encurvamento no momento do desdobro e após a reserragem, este se apresenta como arqueamento nas peças. Porém, este defeito pode ser eliminado com a redução do comprimento das peças e posterior ajuste das larguras das mesmas. O encurvamento ocorreu nos dois sistemas de desdobro e sofreu redução após a secagem, tendo sido maior no sistema de desdobro radial. O encanoamento foi um defeito característico de tábuas tangenciais e ocorreu somente após a secagem das tábuas, não tendo relação com as tensões de crescimento e sim com a anisotropia de contração da madeira. As rachaduras ocorreram nos dois sistemas de desdobro sendo maiores no desdobro tangencial. Este defeito, além de estar associado às tensões de crescimento, também está associado à perda de água, pois foi verificado o seu aumento após a secagem das tábuas, porém com maior intensidade nas tábuas tangenciais. Tal fato leva a crer que além da perda de água, mesmo após o desdobro as tábuas ainda apresentaram tensões residuais. Tanto o encanoamento como as rachaduras são defeitos que limitam ou, na maioria das vezes, impedem o uso da madeira para fins de beneficiamento. Portanto, pode-se dizer que tábuas radiais apresentaram melhores condições de utilização para fins de beneficiamento.

#### 4 CONCLUSÕES

Em função do sistema de desdobro utilizado para a obtenção de peças radiais, o arqueamento ocorreu com maior frequência no sistema de desdobro 2.

O arqueamento diminuiu nas tábuas radiais após a secagem das mesmas.

O arqueamento foi um defeito que está mais associado ao sistema de desdobro utilizado.

O encurvamento das tábuas ocorreu nos dois métodos de desdobro, sendo mais intenso nas tábuas tangenciais.

Após a secagem das tábuas, ocorreu redução no encurvamento médio das tábuas, sendo mais expressivo no desdobro radial.

O encanoamento ocorreu somente em tábuas tangenciais após a secagem.

O encanoamento foi um defeito decorrente da diferença de contração tangencial e radial nas tábuas com faces tangenciais.

As rachaduras nos topos das tábuas foram maiores nas tábuas tangenciais.

Após a secagem as rachaduras aumentaram com mais intensidade nas tábuas tangenciais do que nas radiais.

O sistema de desdobro visando tábuas com faces radiais apresentou melhores condições de uso das peças para fins de beneficiamento.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MALAN, F. S. *Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South Africa Grow, Eucalyptus grandis (Hill ex Maiden)*. 1984. Thesis (PhD) – University of Stellenbosch, Stellenbosch, 1984.

MENEZZI, C. H. *Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para produção de madeira serrada de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e E. cloeziana F. Muell.* 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1999.

MENEZZI, C. H. S.; NAHUZ, M. A. R. Técnicas de desdobro utilizadas para madeira de eucalipto: uma revisão bibliográfica. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 415-428, 1998.

PANDEY, C. N.; GAUR, B. K.; KANNOJJI, H. C.; CHANDRA, A. A new approach to seasoning of eucalypts hybrid (*Eucalyptus tereticornis*). *Indian Forester*, Dehra, v. 110, n. 3, p. 117-121, 1984.

ROCHA, M. P. *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus dunnii Maiden como fontes de matéria prima para serrarias*. 2000. 185 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ROCHA, M. P. Madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. In: \_\_\_\_\_. *Sólidos de eucalipto: avanços científicos e tecnológicos*. Lavras: UFLA, 2002. p. 64-75.