

# EFEITO DO MODELO DE DESDOBRO NA QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus dunnii*

Márcio Pereira da Rocha<sup>1</sup> Ivan Tomaselli<sup>1</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar defeitos provocados pelas tensões de crescimento utilizando dois modelos de desdobro para toras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. Foram utilizadas toras de plantios de rápido crescimento e de duas classes diamétricas. As toras foram desdobradas utilizando dois modelos de desdobro, sendo um visando obter tábuas preferencialmente tangenciais e outro visando tábuas preferencialmente radiais. O desdobro radial apresentou maior incidência de arqueamento e encurvamento. As rachaduras foram mais pronunciadas no desdobro tangencial. O encanoamento ocorreu somente no desdobro tangencial. Em função do processo de secagem adotado, não foi observado colapso. Concluiu-se que, dentro das condições deste estudo, independente da espécie e do diâmetro das toras, o desdobro tangencial apresenta melhor resultado que o radial. Em termos de espécie, o *Eucalyptus grandis* mostrou-se mais adequado para produção de madeira serrada.

Palavras chave: *Eucalyptus*, madeira serrada, defeitos.

## EFFECT OF THE SAWING MODEL IN THE SAWNWOOD QUALITY OF *Eucalyptus grandis* AND *Eucalyptus dunnii*

**ABSTRACT:** This paper presents the results of a research carried out to evaluate the defects caused by growth stresses on boards produced from *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii*, using two different sawing models. Logs tested came from fast growing plantations belonging to two diametric classes. The first sawing model used aimed to produce mainly flat sawn boards and the second aimed to maximize the production of quarter-sawn boards. The results obtained pointed out that quarter-sawn boards were more prone to twist and bow. Splits were more evident in flat sawn boards. Bow was only observed in flat sawn boards. As a result of the drying schedule used, collapse was not a problem. Under the conditions of the study, regardless the species or log diameter, the best result is obtained when flat sawn boards are produced. *Eucalyptus grandis* was found to be a better species for producing sawnwood than *Eucalyptus dunnii*.

Key Words: *Eucalyptus*, sawnwood, defects.

---

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de espécies do gênero *Eucalyptus* como fonte de matéria-prima para serrarias vem, cada vez mais, tornando-se uma interessante alternativa para as indústrias do setor. Dentre as espécies mais plantadas no Brasil, destacam-se o *Eucalyptus grandis*, principalmente na região Sudeste e o *Eucalyptus dunnii* em partes da região Sul onde ocorrem temperaturas mais baixas. Como a maioria das espécies deste gênero o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus dunnii* apresentam algumas características intrínsecas à madeira que dificultam o seu processamento em serrarias. Entre elas destacam-se as tensões de crescimento, as quais manifestam-se na forma de rachaduras de topo e empenamentos.

Existem várias técnicas que podem ser adotadas tanto na obtenção e preparo das toras como no desdobro para reduzir as manifestações das tensões de crescimento na obtenção de madeira serrada. Estudos indicam que é possível minimizar os efeitos das tensões internas, mas não eliminá-los (Hills & Brown, 1978; Luz et al., 1992; Jara et al., 1997; Oliveira, 1999). Dentre os defeitos mais frequentes causados pelas tensões internas na madeira serrada de eucalipto encontram-se rachaduras de topo e ao longo da face da peça e os empenamentos. Tais defeitos dificultam e podem inviabilizar a utilização do eucalipto para madeira serrada.

## 2 OBJETIVO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de dois modelos de corte (tangencial e radial) na incidência de defeitos provocados pelas tensões de crescimento em tábuas obtidas de toras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. Duas classes diamétricas foram testadas.

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Seleção das espécies, árvores e toras

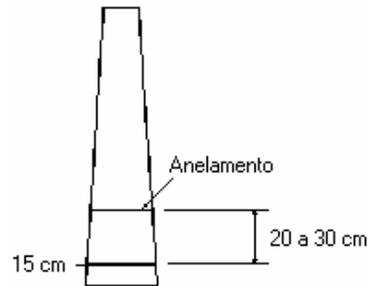
O material utilizado neste trabalho foi obtido de um plantio comercial de *Eucalyptus grandis* com espaçamento de 3 x 2 m e idade de 12 anos; no caso do *Eucalyptus dunnii*, de uma área de produção de sementes com espaçamento inicial de 3 x 2 m, com idade de 16,5 anos e 250 árvores remanescentes. Foram selecionadas árvores com boa forma e com poucas ramificações, tendo sido produzidas 40 toras de cada espécie com 3,5 m de comprimento. As toras foram separadas em duas classes diamétricas: 19 a 24 cm e 25 a 30 cm.

Para a obtenção das toras com menor incidência de rachaduras, as árvores foram aneladas a  $\frac{1}{3}$  do raio, a uma altura de 15 cm, antes da derrubada (Figura 1). As toras foram aneladas nos dois topos, de forma que a tora central teve seu comprimento final de 3,1 m. A metodologia adotada foi baseada em Barnacle & Gottstein (1968) citados por Aguiar (1986) (Figura 2). Todas as toras foram vaporizadas a 90°C por 18 horas, como proposto por Rozas Mellado (1993).

### 3.2 Desdobro das toras

As toras foram desdobradas em tábuas com espessura nominal de 28 mm. Foram utilizados dois sistemas de desdobro: tangencial e radial. Os modelos de cortes utilizados são apresentados nas Figuras 3 e 4.

Após o desdobro, as tábuas permaneceram por 15 dias gradeadas em um pré-secador, passando para a secagem em uma câmara convencional (Tabela 1). O tempo em secagem convencional foi de aproximadamente 450 horas e a madeira atingiu uma umidade final média de 8,4%.

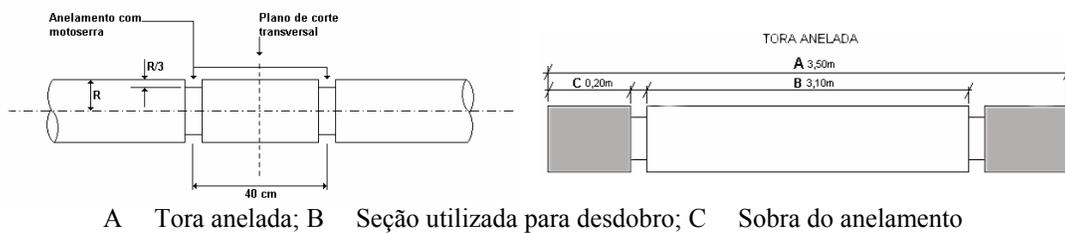


**Figura 1.** Técnica de anelamento das árvores.

Fonte: Rocha (2000).

**Figure 1.** Method of ring-shaping of trees.

Source: Rocha (2000).



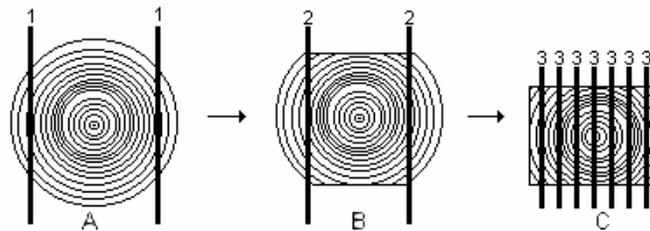
A Tora anelada; B Seção utilizada para desdobro; C Sobra do anelamento

**Figura 2.** Técnica de anelamento e aspecto da tora após o anelamento.

Fonte: Rocha (2000).

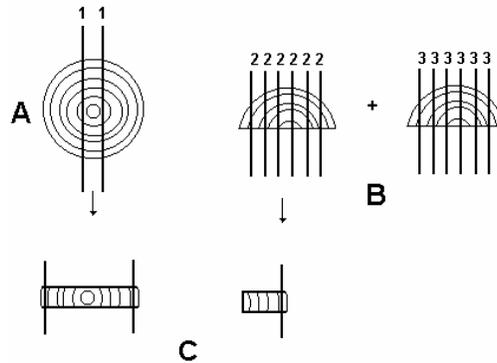
**Figure 2.** Method of girdling logs and aspects of logs after girdling.

Source: Rocha (2000).



**Figura 3.** Desdobro tangencial com picadores perfiladores (a, b) e serra circular múltipla de dois eixos (c).

**Figure 3.** Tangential method for logs conversion with chipper canter (a, b) and circular gang saw with double arbor (c).



**Figura 4.** Desdobro radial com serra fita tipo tandem (a), circular múltipla de um eixo (b) e refiladeira simples (c).

**Figure 4.** Radial method for logs conversion with band saw tandem (a), circular gang saw (b) and circular gang saw edger (c).

**Tabela 1.** Programa de secagem de tábuas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, com 2,5 cm de espessura.

**Table 1.** Schedule for drying boards of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii*, 2,5 cm tick.

Fase	Umidade	TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	UMEQ (%)	PS
0	Aquecimento	50	50	100	-----	----
1	VERDE - 50%	50	48	89	18,2	2,74
2	50 até 40%	55	51	81	14,2	2,82
3	40 até 30%	55	49	72	11,7	2,56
4	30 até 25%	60	52	66	9,9	2,52
5	25 até 20%	65	56	64	9,1	2,2
6	20 até 15%	65	54	57	8,0	1,88
7	15 até 10%	60	53	69	10,7	0,93
8	10 até 8%	65	52	51	7,1	1,13
9	Acondicionamento	65	58	71	10,6	0,75

TBS Temperatura de bulbo seco

TBU Temperatura de bulbo úmido

UR Umidade relativa do ar

UMEQ Umidade média de equilíbrio

PS Potencial de secagem

### 3.3 Avaliação dos defeitos

Os defeitos foram quantificados por meio da medição das flechas do arqueamento, encurvamento e encanoamento (Figura 5), e da somatória das rachaduras ao longo da tábua, antes e após a secagem das peças. Observações visuais foram também feitas com relação à presença de colapso.

### 3.4 Análise estatística

Na avaliação do experimento, adotou-se delineamento inteiramente casualizado com arranjos em fatoriais  $2 \times 2 \times 2$ , sendo espécie, método de desdobro e classe diamétrica com 10 toras para cada tratamento. Em todas as variáveis analisadas, as quais apresentaram diferenças estatísticas significativas, foi aplicado o teste t de "Student", a 1% de probabilidade.

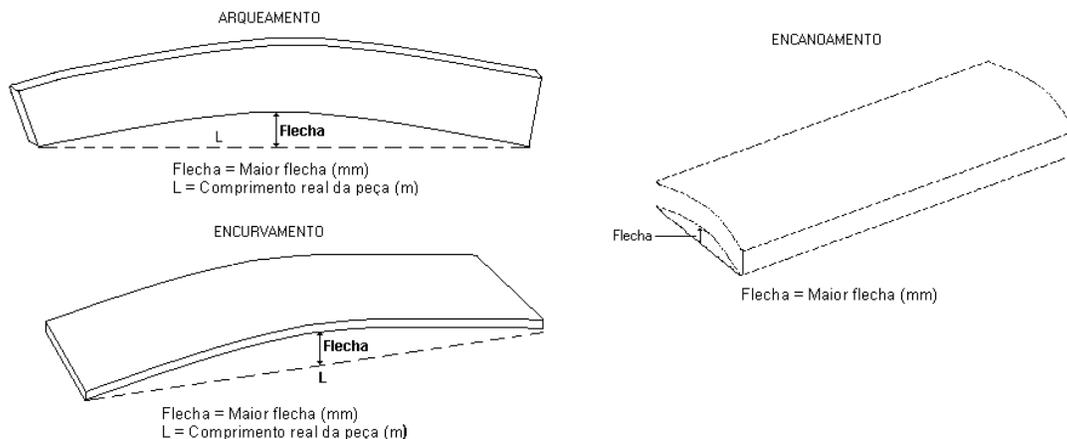
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises de variância do experimento estão apresentados nas Tabelas 2, condição verde e 3, condição seca.

De acordo com a análise de variância do experimento para a condição verde (Tabela 2), os fatores que influenciaram significativamente a intensidade do arqueamento nas peças foram a espécie, o sistema de desdobro e a interação espécie e sistema de desdobro. Para o encurvamento, com exceção do fator espécie e da interação espécie e classe diamétrica, os demais fatores foram significativos. Os fatores que afetaram na maior ou menor ocorrência de rachaduras nas tábuas foram o sistema de desdobro e a interação entre espécie e sistema de desdobro.

Na condição seca, para o arqueamento, os fatores espécie, sistema de desdobro e a interação entre espécie e sistema de desdobro continuaram sendo estatisticamente significativos (Tabela 3). Para o encurvamento, somente os efeitos do sistema de desdobro e da classe diamétrica foram significativos. Para as rachaduras, o efeito da espécie e da interação espécie classe diamétrica continuaram não significativos.

O efeito significativo da interação indica que um efeito é dependente do outro, ou seja, existe uma dependência entre os fatores.



**Figura 5.** Metodologia para medição das flechas de arqueamento, encurvamento e encanoamento.  
*Figure 5.* Method for measuring spring, bow and cupping.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância do experimento na condição verde.*Table 2.* Summary of the variance analysis of the experiment before drying.

Fonte de variação	GL	Defeitos		
		Arqueamento (QM)	Encurvamento (QM)	Rachaduras (QM)
Espécie (E)	1	21,2081**	2,4469 <sup>NS</sup>	136,7460 <sup>NS</sup>
Sistema de desdobro (S)	1	370,1740**	8,9620**	4071,5280**
Classe diamétrica (C)	1	0,7359 <sup>NS</sup>	15,1168**	15,1850 <sup>NS</sup>
E x S	1	23,6353**	3,3380**	645,9620**
E x C	1	0,3758 <sup>NS</sup>	1,1679 <sup>NS</sup>	96,7350 <sup>NS</sup>
S x C	1	0,2561 <sup>NS</sup>	2,8155**	50,6460 <sup>NS</sup>
E x S x C	1	0,3398 <sup>NS</sup>	4,5639**	51,6810 <sup>NS</sup>
Resíduo	32	0,2273	0,3636	26,4055

GL – graus de liberdade; QM – quadrados médios;

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS – Não significativo a 1% de probabilidade

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância do experimento na condição seca.*Table 3.* Summary of the variance analysis of the experiment after drying.

Fonte de variação	GL	Defeitos		
		Arqueamento (QM)	Encurvamento (QM)	Rachaduras (QM)
Espécie (E)	1	31,5485**	1,5267 <sup>NS</sup>	0,0430 <sup>NS</sup>
Sistema de desdobro (S)	1	766,4260**	2,9569**	9441,7230**
Classe diamétrica (C)	1	2,9030 <sup>NS</sup>	6,2650**	215,6990**
E x S	1	42,3170**	1,0205 <sup>NS</sup>	224,7120**
E x C	1	0,5357 <sup>NS</sup>	0,1581 <sup>NS</sup>	91,5770 <sup>NS</sup>
S x C	1	0,5070 <sup>NS</sup>	0,0002 <sup>NS</sup>	332,9860**
E x S x C	1	2,8278 <sup>NS</sup>	0,5679 <sup>NS</sup>	42,4890**
Resíduo	32	0,4697	0,2774	17,0008

GL – graus de liberdade; QM – quadrados médios;

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS – Não significativo a 1% de probabilidade

#### 4.1 Arqueamento

Como pode ser observado na Tabela 4, para *Eucalyptus grandis*, o desdobro radial produziu tábuas com elevadas flechas e frequências de arqueamento, quando comparados com os tratamentos com desdobro tangencial. Pode-se observar a grande influência do sistema de desdobro sobre a intensidade deste defeito, logo após o processamento. Enquanto no desdobro tangencial o arqueamento médio foi de 0,15 mm/m, no desdobro radial este foi de 7,78 mm/m. Nota-se também que a frequência foi maior no desdobro radial, em que 90,57% das tábuas apresentaram este defeito.

Após a secagem das tábuas, a porcentagem de peças afetadas por este defeito manteve-se praticamente a mesma para as peças na condição verde. Porém, nos dois sistemas de desdobro, as flechas de arqueamento foram maiores

após a secagem, demonstrando que o arqueamento se intensifica durante o processo de perda de umidade.

O *Eucalyptus dunnii* apresentou tendências semelhantes ao *Eucalyptus grandis*. Os tratamentos com desdobro tangencial apresentaram um arqueamento médio de 0,23 mm/m e os tratamentos com desdobro radial, um arqueamento médio de 4,78 mm/m (Tabela 5). Pereira et al. (1999), testando dois métodos de desdobro para o *Eucalyptus dunnii*, quando foram obtidas tábuas tangenciais em maior proporção, observaram, num dos métodos, uma ocorrência de um arqueamento médio de 4,27 mm/m, valor este próximo do encontrado para o desdobro radial. O arqueamento teve uma presença média de 4,40% para o desdobro tangencial e de 75,03% para o desdobro radial.

**Tabela 4.** Arqueamento (mm/m) em tábuas de *Eucalyptus grandis* na condição verde e após secagem.  
**Table 4.** Bowing (mm/m) on boards of *Eucalyptus grandis* before and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Arqueamento médio (mm/m)	Arqueamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito	Arqueamento médio (mm/m)	Arqueamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. grandis</i> FT	0,21	2,61	10,00	0,27	2,61	10,00
<i>E. grandis</i> GT	0,09	0,50	2,44	0,26	0,88	2,44
Média	0,15 <sup>A</sup>	1,56	6,22	0,27 <sup>A</sup>	1,75	6,22
<i>E. grandis</i> FR	8,18	18,27	87,61	11,84	21,69	91,82
<i>E. grandis</i> GR	7,37	19,60	93,53	10,32	25,19	94,12
Média	7,78 <sup>B</sup>	18,94	90,57	11,08 <sup>B</sup>	23,44	92,97

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A e B referem-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

Após a secagem, o *Eucalyptus dunnii* apresentou a mesma tendência do *Eucalyptus grandis*, quando ocorreu um aumento das flechas médias e no desdobro radial houve também um aumento na frequência de peças afetadas por este defeito.

Comparando-se os resultados das Tabelas 4 e 5, verifica-se que a espécie *Eucalyptus grandis* apresentou arqueamentos médios e frequências superiores ao *Eucalyptus dunnii* para o sistema de desdobro radial.

Os resultados indicam que a manifestação do arqueamento está mais associada às tensões presentes nas tábuas do que ao processo de secagem. Sharma et al. (1995) citado por Del Menezzi & Nahuz (1998), ao desdobrarem toras de *Eucalyptus tereticornis* utilizando o método radial, observaram empenamento já na serra. Os autores ressaltaram que as tábuas obtidas apresentavam bom comportamento na secagem e que o arquea-

mento inicial não se agravou durante a secagem.

#### 4.2 Encurvamento

Observa-se, na Tabela 6, que as tábuas de *Eucalyptus grandis* apresentaram encurvamento em 59,06% de peças para o desdobro tangencial e 68,05% para o desdobro radial, logo após o processamento das toras. O encurvamento médio foi de 2,26 mm/m para o desdobro tangencial e de 3,79 mm/m para o radial. Para ambos os sistemas de desdobro, os resultados estão abaixo dos obtidos por Del Menezzi (1999). Este autor obteve, para o *Eucalyptus grandis*, um encurvamento médio de 5,65 mm/m. Em termos de encurvamento máximo, verifica-se que o desdobro radial gerou peças com encurvamentos máximos bem superiores ao desdobro tangencial. Analisando-se o defeito após a secagem das tábuas, pode-se observar que há uma redução do mesmo em todas as condições analisadas.

**Tabela 5.** Arqueamento (mm/m) em tábuas de *Eucalyptus dunnii* na condição verde e após secagem.  
**Table 5.** Bowing (mm/m) on boards of *Eucalyptus dunnii* before and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Arqueamento médio (mm/m)	Arqueamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito	Arqueamento médio (mm/m)	Arqueamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. dunnii</i> FT	0,28	4,89	6,80	0,86	6,03	6,82
<i>E. dunnii</i> GT	0,18	0,71	2,00	0,24	0,75	2,00
Média	0,23 <sup>A</sup>	2,80	4,40	0,55 <sup>A</sup>	3,39	4,41
<i>E. dunnii</i> FR	4,80	14,00	77,69	7,25	23,73	85,12
<i>E. dunnii</i> GR	4,75	15,46	72,37	7,25	23,86	86,93
Média	4,78 <sup>B</sup>	14,73	75,03	7,25 <sup>B</sup>	23,80	86,03

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A e B referem-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

**Tabela 6.** Encurvamento (mm/m) em tábuas de *Eucalyptus grandis*, na condição verde e após secagem.

**Table 6.** Bowing (mm/m) on boards of *Eucalyptus grandis* on green condition and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Encurvamento médio (mm/m)	Encurvamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito	Encurvamento médio (mm/m)	Encurvamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. grandis</i> FT	2,63	9,77	57,14	1,65	6,68	54,00
<i>E. grandis</i> GT	1,89	4,23	60,98	0,75	3,26	34,88
Média	2,26 <sup>A</sup>	7,00	59,06	1,20 <sup>A</sup>	4,97	44,44
<i>E. grandis</i> FR	4,30	17,94	69,91	2,28	9,38	52,73
<i>E. grandis</i> GR	3,27	14,19	66,19	1,85	13,86	42,65
Média	3,79 <sup>B</sup>	16,07	68,05	2,07 <sup>A</sup>	11,62	47,69

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A e B referem-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

Na Tabela 7, são apresentados os resultados de encurvamento obtidos para o *Eucalyptus dunnii*. Para esta espécie no desdobro tangencial verificou-se que 47,91% das tábuas apresentavam este defeito. No caso do desdobro radial, a incidência foi observada em 64,57% das tábuas. O *Eucalyptus dunnii* seguiu a mesma tendência observada para o *Eucalyptus grandis*, porém, não houve diferenças estatísticas entre os sistemas de desdobro. A classe diamétrica de 19 a 24 cm apresentou encurvamentos médios superiores para ambos os sistemas de desdobro. Em relação ao encurvamento máximo observado, o desdobro radial apresentou resultados máximos superiores ao desdobro tangencial, seguindo a mesma tendência do *Eucalyptus grandis*.

Após a secagem, houve uma redução no encurvamento médio para todos os tratamentos nas duas espécies estudadas. Tal fato pode ser explicado pela restrição que é imposta pelo peso da própria pilha durante o processo de secagem. Del Menezzi (1999), trabalhando com *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus grandis*, também verificou uma redução neste defeito após a secagem das peças (Tabela 7).

Pode-se observar que, tanto para o *Eucalyptus grandis* quanto para o *Eucalyptus dunnii*, o encurvamento foi mais freqüente e mais intenso nas tábuas desdobradas radialmente (Tabelas 6 e 7). Estes resultados contrariam os obtidos por Ponce (1995), o qual observou que os defeitos são mais freqüentes em peças desdobradas tangencialmente.

**Tabela 7.** Encurvamento (m/mm) em tábuas de *Eucalyptus dunnii*, na condição verde e após secagem.  
**Table 7.** Bowing (mm/m) on boards of *Eucalyptus dunnii* before and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Encurvamen- to médio (mm/m)	Encurvamento máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito	Encurvamen- to médio (mm/m)	Encurvamen- to máximo (mm/m)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. dunnii</i> FT	3,74	7,17	72,73	1,47	4,07	40,74
<i>E. dunnii</i> GT	0,96	6,51	23,08	0,79	3,58	35,19
Média	2,35	6,84	47,91	1,13 <sup>A</sup>	3,83	37,97
<i>E. dunnii</i> FR	2,90 <sup>A</sup>	13,46	68,60	1,93	9,83	54,55
<i>E. dunnii</i> GR	2,53	14,83	60,53	0,77	9,76	22,22
Média	2,72 <sup>A</sup>	14,15	64,57	1,35 <sup>A</sup>	9,80	38,39

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A refere-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

### 4.3 Rachaduras

A ocorrência de rachaduras nas peças foi muito freqüente e teve forte influência na qualidade do produto final, havendo diferenças estatísticas entre os dois sistemas de desdobro. Tanto no sistema de corte tangencial quanto no sistema de corte radial, todas as peças centrais (contendo a medula) apresentaram rachaduras. Entre estas peças aproximadamente 50% apresentaram rachaduras ao longo de todo comprimento logo após o desdobro. Referências sobre este problema são encontradas em literatura (Skolmem, 1974 citado por Del Menezzi & Nahuz, 1998).

Para o *Eucalyptus grandis*, quando adotado o desdobro tangencial, em média 93,68% das peças apresentavam rachaduras. O desdobro radial diminuiu sensivelmente a incidência de rachaduras: em média, 40,44% das peças apresentavam rachaduras (Tabela 8).

Existe um efeito importante do modelo de desdobro na incidência deste defeito, mas, neste caso específico, ocorreu uma diferença de procedimento que também afetou os resultados. No desdobro tangencial as tábuas foram destopadas em um comprimento padrão, sem a eliminação das rachaduras, enquanto que no desdobro radial, as peças tiveram parte das rachaduras retiradas durante a operação de refilo.

Os resultados obtidos indicam que para *Eucalyptus grandis* as tábuas continuaram desenvolvendo rachaduras durante a secagem. Estes resultados estão de acordo com os de Del Menezzi (1999) trabalhando com a mesma espécie.

Neste estudo o aumento das rachaduras durante o processo de secagem foi mais acentuado no desdobro radial de toras de maior diâmetro do que nas peças tangenciais. Para estas últimas, a secagem praticamente não alterou a incidência de rachaduras. Mesmo assim, após a secagem, o desdobro tangencial continuou a apresentar maiores índices de rachadura que o radial.

**Tabela 8.** Rachaduras (%), em tábuas de *Eucalyptus grandis*, na condição verde e após secagem.**Table 8.** Splits (%) on boards of *Eucalyptus grandis* before and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Somatória das rachaduras média (%)	Somatória das rachaduras máxima (%)	% de peças que apresentaram o defeito	Somatória das rachaduras média (%)	Somatória das rachaduras máxima (%)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. grandis</i> FT	14,65	100,00	89,80	30,08	100,00	96,00
<i>E. grandis</i> GT	23,51	100,00	97,56	35,41	100,00	97,67
Média	19,08 <sup>A</sup>	100,00	93,68	32,75 <sup>A</sup>	100,00	96,84
<i>E. grandis</i> FR	7,03	100,00	36,28	7,81	100,00	39,36
<i>E. grandis</i> GR	6,84	100,00	44,60	5,72	100,00	66,18
Média	6,94 <sup>B</sup>	100,00	40,44	6,77 <sup>B</sup>	100,00	52,77

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A e B referem-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

Na Tabela 9 são apresentados os resultados de incidência do defeito rachadura para *Eucalyptus dunnii*. Da mesma maneira que para o *Eucalyptus grandis*, o sistema de desdobro foi o fator que mais afetou. Os tratamentos que utilizaram o desdobro tangencial apresentaram tábuas 100% rachadas, o que não ocorreu para o desdobro radial.

Os resultados deste estudo indicam que o *Eucalyptus dunnii* apresentou somatórias médias de rachaduras superiores ao *Eucalyptus grandis* no desdobro tangencial e inferiores no desdobro radial. Porém, quando a porcentagem de peças que apresentaram rachaduras é considerada, o melhor resultado foi para o *Eucalyptus dunnii*, considerando-se os dois sistemas de desdobro (Tabela 9).

Independente de espécie, o desdobro tangencial apresentou porcentagens médias de rachaduras superiores aos tratamentos que utilizaram desdobro radial. O fato de uma menor ocorrência de rachaduras nos tratamentos com

desdobro radial deve-se à distribuição das tensões de crescimento. Segundo Bootle (1983) citado por Del Menezzi & Nahuz (1998), peças radiais são menos suscetíveis ao fendilhamento. No entanto, como já mencionado, deve ser considerado que, neste estudo, ocorreu uma distorção nos resultados causada pelo destopamento das peças radiais. As análises indicam que, se corrigido o efeito relacionado à metodologia aplicada, a diferença na incidência deste defeito entre os dois modelos de desdobro deverá diminuir.

Após a secagem, o *Eucalyptus dunnii* manteve a mesma porcentagem de peças afetadas por rachaduras, tanto no desdobro tangencial como no desdobro radial. No entanto, a secagem teve alguns efeitos na incidência de rachadura desta espécie. Por exemplo, os tratamentos que não haviam apresentado tábuas 100% rachadas na condição verde passaram a apresentar após a secagem.

**Tabela 9.** Rachaduras (%), em tábuas de *Eucalyptus dunnii*, na condição verde e após secagem.  
**Table 9.** Splits (%) on boards of *Eucalyptus dunnii* beore and after drying.

Tratamento	Tábuas verdes			Tábuas secas		
	Somatória das rachaduras média (%)	Somatória das rachaduras máxima (%)	% de peças que apresentaram o defeito	Somatória das rachaduras média (%)	Somatória das rachaduras máxima (%)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. dunnii</i> FT	29,67	100,00	79,55	31,72	100,00	79,55
<i>E. dunnii</i> GT	29,82	100,00	88,89	45,18	100,00	88,89
Média	30,77 <sup>A</sup>	100,00	84,22	37,43 <sup>A</sup>	100,00	84,22
<i>E. dunnii</i> FR	3,48	78,49	11,57	2,04	100,00	14,88
<i>E. dunnii</i> GR	1,63	72,58	8,55	1,88	100,00	8,55
Média	2,56 <sup>B</sup>	75,54	10,06	1,96 <sup>B</sup>	100,00	11,72

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

FR – Tora fina e corte radial; GR – Tora grossa e corte radial

A e B referem-se ao teste de comparação múltipla de médias a 1% de probabilidade

Comparando-se as duas espécies testadas, no que se refere ao efeito da secagem nas rachaduras, verifica-se que o *Eucalyptus dunnii* foi menos afetado que o *Eucalyptus grandis*.

#### 4.4 Encanoamento

Como esperado, as peças verdes não apresentaram encanoamento, por estarem associadas às diferenças de contração entre os planos tangencial e radial. Após a secagem, este defeito foi observado somente no *Eucalyptus dunnii* no sistema de desdobro tangencial. Na Tabela 10, verifica-se que, em média, 58,33% das tábuas de *Eucalyptus dunnii* serradas tangencialmente apresentaram este defeito.

Tal comportamento está provavelmente, associado a uma maior anisotropia de contração observada para o *Eucalyptus dunnii*, o que o tornaria mais suscetível a este defeito.

#### 4.5 Colapso

Para muitos pesquisadores, o colapso é um defeito freqüente e, muitas vezes, fator limitante no uso de determinadas espécies de eucalipto para a obtenção de madeira serrada.

Neste trabalho, alguns fatores foram decisivos para a não ocorrência de colapso. Primeiramente, as tábuas permaneceram por 7 dias gradeadas para serem tomadas medidas na condição verde. Após as medições, estas tábuas foram gradeadas e mantidas em uma pré-secagem sob cobertura por 15 dias para homogeneização dos teores de umidade, sendo posteriormente levadas à secagem em estufa.

Este período de permanência em pré-secagem foi fundamental para a não ocorrência de colapso durante a secagem convencional. Além disso, a secagem convencional foi realizada utilizando-se um programa cuidadoso, com temperaturas baixas (em torno de 50°C) na fase inicial. Isto elevou o tempo de secagem, mas evitou o colapso.

**Tabela 10.** Encanoamento (mm) em tábuas secas de *Eucalyptus dunnii*.**Table 10.** Cupping (mm) on dry boards of *Eucalyptus dunnii*.

Tratamento	Encanoamento médio (mm)	Encanoamento máximo (mm)	% de peças que apresentaram o defeito
<i>E. dunnii</i> FT	2,09	6,00	64,81
<i>E. dunnii</i> GT	1,41	4,00	51,85
Média	1,75	5,00	58,33

FT – Tora fina e corte tangencial; GT – Tora grossa e corte tangencial

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo conclui-se que:

Independente da espécie e da classe diamétrica das toras, o arqueamento e o encurvamento foram mais pronunciados no desdobro radial, sendo observados logo após o desdobro das toras. Por outro lado, as rachaduras foram mais pronunciadas no desdobro tangencial.

Durante a secagem, as tábuas radiais mostraram-se mais estáveis quanto a rachaduras e somente tábuas tangenciais apresentaram encanoamento.

Utilizando-se procedimentos de secagem adequados, o colapso não é um defeito limitante ao uso das duas espécies testadas.

O sistema de desdobro foi o fator de maior influência na intensidade de ocorrência de defeitos.

Como conclusão geral dos estudos realizados, pode-se afirmar que, para as duas espécies estudadas, o modelo de desdobro tangencial é mais adequado que o sistema radial. Fica também evidente que o *Eucalyptus grandis* é mais adequado para a produção de madeira serrada que o *Eucalyptus dunnii*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O. J. R. **Métodos para controle das rachaduras de topo para toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden visando a produção de lâminas para desenrolamento.** 1986. 92 p. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP

BARNACLE, J. E.; GOTTSTEIN, J. W. **Control of end-splitting in round timber.** A promising new method. Melbourne: CSIRO, 1968. (Forest Products Technical Notes, 4).

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 Madeira) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DEL 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, jul./set. 1998.

HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. (Ed.). **Eucalypts of wood production.** Austrália: CSIRO, 1978. 434 p.

- JARA, E. R. P.; MIRANDA, M. J. de A. C.; HUPHREYS, R.D. Influência do tratamento térmico na redução das tensões internas de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis*. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, 1997, Salvador, Brasil. **Proceedings...** Colombos: EMBRAPA, 1997. p. 276-280.
- LUZ, H. F.; MELZER, J. F.; COUTINHO, C. J.; FERREIRA, M. C. **Manejo de florestas de eucalipto para usos múltiplos**. Piracicaba: Eucatex Florestal, 1992. 30 p.
- OLIVEIRA, J. T. S. Problemas e oportunidades com a utilização da madeira de Eucalipto. In: **WORKSHOP: Técnicas de Abate, Processamento e Utilização da Madeira de Eucalipto**. Viçosa-MG, 22 a 24 de junho de 1999. p. 39-52.
- PEREIRA, J. C. D.; SCHAITZA, E. G.; HIGA, A. R. **Avaliação das tensões de crescimento e comparação de métodos de desdobro em madeira de *Eucalyptus dunnii***. Londrina: EMBRAPA, 1999. 2 p. (EMBRAPA. Pesquisa em Andamento, n. 33).
- PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF, 1995. p. 50-58.
- ROZAS MELLADO, E. C. E. **Contribuição ao desenvolvimento tecnológico para a utilização de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) na geração de produtos com maior valor agregado**. 1993. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.