

## **EFEITO DE MODELO DE CORTE NAS DIMENSÕES DE MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus dunnii***

**Márcio Pereira da Rocha<sup>1</sup>  
Ivan Tomaselli<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

**E**ste trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito de dois modelos de corte (radial e tangencial), considerando toras de duas classes diamétricas nas dimensões de tábuas serradas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. As tábuas tangenciais apresentaram larguras superiores e comprimentos mais homogêneos, com menor variação em espessura. O desdobro radial apresentou maior variação em largura, mas aumentou o número de tábuas curtas. A conclusão principal é de que o desdobro tangencial, nas condições deste experimento, resultou em peças de maior dimensão e, portanto é o mais indicado.

**Palavras-chaves:** *Eucalyptus*, modelos de desdobro, dimensões de peças

### **ABSTRACT**

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

This paper presents the results of a study carried out to investigate the effect of two sawing models (flat sawn and back sawn) on the dimension of boards produced from logs of two diameter classes of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus dunnii*. Flat sawn boards were wider, a more uniform length and less thicknesses variation. Back sawn boards had a larger variation on width and also a larger number of shorts. It was concluded that under the conditions used in this research the best alternative is to produce flat sawn boards.

**Key words:** *Eucalyptus*, sawing models, board dimensions

### **INTRODUÇÃO**

A produção florestal no Brasil destaca-se hoje pela utilização de espécies de rápido crescimento, principalmente dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, nos seus mais variados setores. Espécies deste gênero foram inicialmente implantadas para fornecer matéria prima principalmente aos segmentos de celulose e

da siderurgia à base de carvão vegetal. No entanto, a evolução da indústria e o aumento da demanda, associadas à falta de uma política de utilização das florestas nativas e a pressão ambientalista levaram o setor florestal a uma diversificação no uso destas espécies. Dentre os segmentos que passaram a utilizar *Pinus* e *Eucalyptus* como fontes de matéria prima destacam-se as serrarias.

---

<sup>1,2</sup> DETF, SCA, Universidade Federal do Paraná

Ao substituir as espécies nativas tradicionalmente utilizadas em serrarias, por espécies de *Eucalyptus*, a indústria passou também a utilizar toras de menor dimensão. Para tal é, portanto necessário alterar processos, mesmo assim o produto final é diferente, não só em termos de propriedades, mas também em termos de dimensão.

Como a utilização da madeira de eucalipto vem se tornando uma alternativa cada vez mais importante para a indústria de serrados, estudar este novo material e os impactos no produto final é fundamental.

Dentro deste contexto é que foi desenvolvido o estudo cujos resultados são apresentados neste documento. O objetivo específico deste trabalho foi avaliar o efeito de dois modelos de corte (radial e tangencial) no processamento de toras de duas classes diamétricas de *E. grandis* e *E. dunnii*, produzindo tábuas com dimensões usualmente obtidas nas serrarias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Seleção das espécies

As toras utilizadas neste trabalho foram obtidas de um plantio comercial de *Eucalyptus grandis* com espaçamento de 3 x 2 m e idade de 12 anos, e 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 20 árvores para cada espécie com 3,5 m de comprimento. As toras foram separadas em duas classes diamétricas: 19 a 24 (F- finas) cm e 25 a 30 cm (G-grossas).

Para 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). Todas 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) apud

AGUIAR (1986) (Figura 2). Todas as toras foram vaporizadas a 90 °C por 18 horas, como proposto por ROZAS MELLADO (1993).

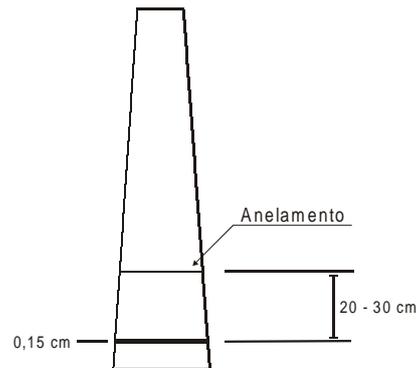
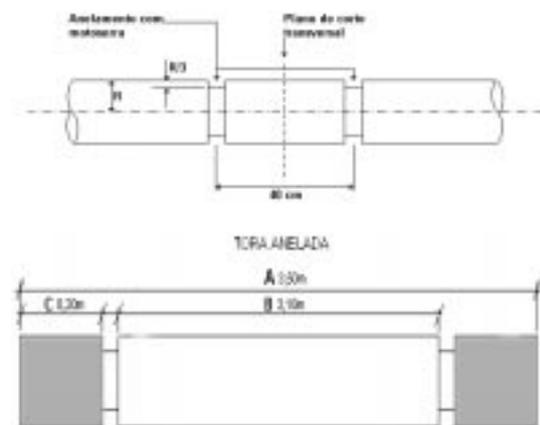


Figura 1. Técnica de anelamento das árvores.

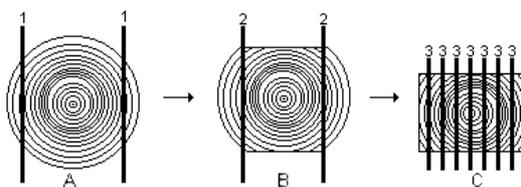


A 1 Toras anelada; B 1 Seção utilizada para desdobro; C 1 Sobra do anelamento

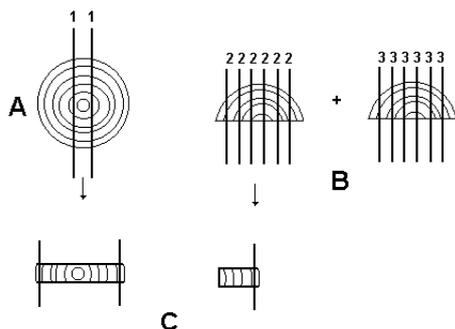
Figura 2. Técnica de anelamento das toras, proposta por Gottstein (1968) apud Aguiar (1986).

### Desdobro das toras

As toras foram desdobradas em tábuas de com espessura nominal de 28 mm. Foram utilizados dois sistemas de desdobro: tangencial (T) e radial (R). O modelos de cortes utilizados são apresentados nas figuras 3 e 4.



**Figura 3.** Desdobro Tangencial, baseado em Picadores Perfiladores (A,B) E Serra Circular Múltipla de dois eixos (C).



**Figura 4.** Desdobro radial, utilizando serra fita tipo tandem (A), circular múltipla de um eixo (B) e refiladeira simples (C).

### Medição das dimensões

Todas as peças serradas tiveram as suas medidas de largura, espessura e comprimento medidas a fim de se avaliar as possíveis influências dos principais fatores em análise (espécie, classe diamétrica e modelo de desdobro) na variação das mesmas.

As dimensões foram medidas ainda verdes, antes de atingir o ponto de saturação das fibras, e após a secagem a uma umidade de 15%. Em função da pequena contração, o comprimento só foi medido na condição verde.

Após a tomada de medidas na condição verde, as tábuas permaneceram por 15 dias gradeadas e colocadas em um pré-secador. Após este período foi realizada a secagem em câmara convencional,

utilizando programa de secagem suave, tendo permanecido neste equipamento por aproximadamente 450 horas. A umidade final média foi de 8,4%. Após a secagem, as tábuas permaneceram armazenadas por dois meses em local protegido, onde atingiram uma umidade média de aproximadamente 15%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Largura das tábuas

A largura média das tábuas de *Eucalyptus grandis* obtida a partir dos diversos tratamentos é apresentada na Tabela 1.

A análise de variância conduzida indicou que a largura das tábuas verde foi significativamente afetada pelos fatores modelo de desdobro e a classe diamétrica, e ainda a interação entre modelo de desdobro e classe diamétrica. O mesmo resultado foi obtido na análise da variância considerando-se tábuas secas.

Os resultados para *E. grandis* indicam claramente que as tábuas obtidas pelo desdobro tangencial apresentaram larguras médias superiores às tábuas obtidas no desdobro radial. Com a secagem a largura das tábuas tangenciais foi reduzida em média em 3,25%, enquanto que as radiais sofreram uma redução média devido à secagem de 2,16%.

Os resultados obtidos indicam ainda que a classe diamétrica afetou a largura das tábuas, sendo a influência maior no desdobro tangencial. No desdobro tangencial, a largura média seca para a classe diamétrica de 19 a 24 cm foi de 14,85 cm e para a classe de 25 a 30 cm foi superior: 19,85 cm. No caso do desdobro radial, estas médias foram substancialmente reduzidas: 7,78 cm para a classe de 19 a 24 cm e 8,07 cm para a classe de 25 a 30 cm.

Os resultados na análise do efeito dos tratamentos sobre a largura das tábuas obtidas a partir das toras de *Eucalyptus dunnii* são apresentados na Tabela 2. Para esta espécie

**Tabela 1.** Largura média de tábuas verdes e secas a 15% para *E. Grandis*.

Tratamento	Largura média (cm)		Redução verde/seca (%)	Largura mínima Verde
	Verde	Seca		
<i>E. grandis</i> FT	15,22	14,85	2,43	13,97
<i>E. grandis</i> GT	20,69	19,85	4,06	19,17
Média	17,96	17,35	3,25	16,57
<i>E. grandis</i> FR	7,92	7,78	1,77	4,97
<i>E. grandis</i> GR	8,28	8,07	2,54	5,23
Média	8,10	7,93	2,16	5,10

**Tabela 2.** Largura média de tábuas verdes e secas a 15% para *E. dunnii*.

Tratamento	Largura média (cm)		Redução verde/seca (%)	Largura mínima Verde
	Verde	Seca		
<i>E. dunnii</i> FT	15,44	14,50	6,09	15,20
<i>E. dunnii</i> GT	20,74	19,37	6,61	20,53
Média	18,09	16,94	6,35	17,87
<i>E. dunnii</i> FR	8,38	7,62	9,07	5,07
<i>E. dunnii</i> GR	8,66	8,07	6,81	4,20
Média	8,52	7,85	7,94	4,64

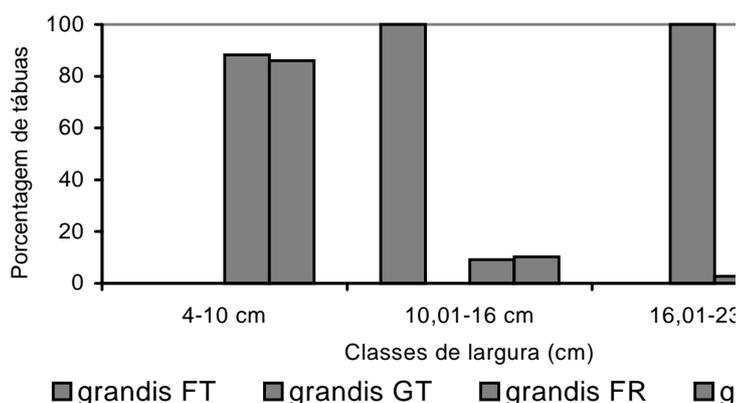
verificou-se a mesma tendência observada para *E. grandis*.

O desdobro tangencial permitiu a obtenção de tábuas de larguras médias superiores ao desdobro radial. Uma comparação realizada entre as duas espécies indica que o fator espécie não teve efeito significativo na largura das tábuas, tanto verde como secas.

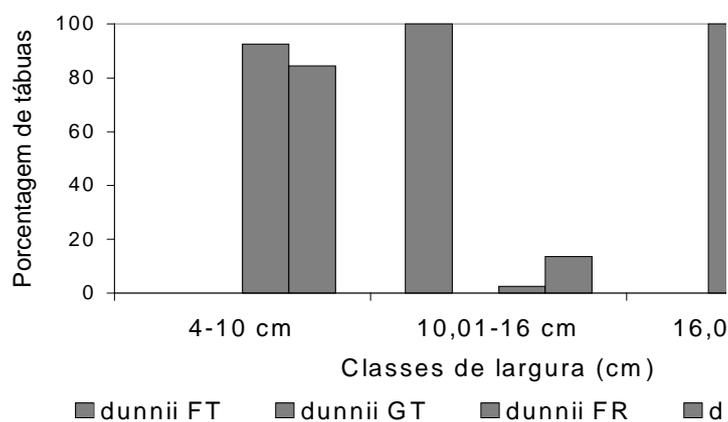
A secagem teve maior efeito na redução da largura das tábuas de *E. dunnii*. Esta espécie teve uma redução na largura das peças tangenciais devido à secagem de em média 6,35%, e para as

peça radiais de 7,94%. O fato do *E. dunnii* apresentar uma maior perda na dimensão largura das tábuas era esperado uma vez que esta espécie tem coeficientes de contrações maiores que o *E. grandis*. Por outro lado não era esperada a contração em largura ser maior nas peças radiais. Isto se deve provavelmente a erros experimentais.

Para facilitar a comparação, apresentam-se os resultados obtidos na forma de gráficos de frequência por classe de largura da madeira seca, nas figuras 5 e 6 para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* respectivamente.



**Figura 5.** Frequência por classes de larguras de tábuas a 15% de umidade para *E. Grandis*.



**Figura 6.** Frequência por classes de larguras de tábuas a 15% de umidade para *E. dunnii*.

Independente da espécie, mais de 80% das tábuas obtidas através do desdobro radial tiveram larguras entre 40 e 100 mm. As tábuas obtidas com o modelo de corte tangencial foram sempre mais largas: 100% na classe de largura compreendida de 100 a 160 mm no caso de toras mais finas e 100% na classe de 160 a 230mm largura para toras mais grossas.

Isto indica claramente que a utilização do desdobro radial em toras com diâmetro dentro dos utilizados neste estudo, leva a uma produção de grande quantidade de tábuas com larguras inferiores a 10 cm, o que é um fator limitante na

comercialização.

Muitos autores recomendam o corte radial com uma forma de reduzir os efeitos das tensões de crescimento, porém estes mesmos autores reconhecem que ao desdobrar toras de pequeno diâmetro o resultado é uma grande quantidade de peças de pequena largura. PANDEY *et al.* (1984) *apud* DEL MENEZZII & NAHUZ (1998), utilizando a técnica de desdobro radial relataram que tal técnica é facilmente empregada em toras de grandes diâmetros ( $\pm 1$  m), mas se torna inviável para toras de menores diâmetros.

### Espessura das tábuas

Os resultados do efeito dos tratamentos na espessura das tábuas são apresentados nas Tabelas 3 e 4.

A análise estatística conduzida indicou que para a espessura das tábuas na condição verde, o modelo de desdobro foi altamente significativo. Após a secagem das tábuas, pode-se observar que além do sistema de desdobro ser altamente

**Tabela 3.** Espessura média de tábuas verdes e secas a 15% para *E. Grandis*.

Tratamento	Espessura média (cm)		Redução verde/seca (%)	Espessura Verde
	Verde	Seca		
<i>E. grandis</i> FT	2,77	2,64	4,69	2,67
<i>E. grandis</i> GT	2,75	2,65	3,64	2,66
Média	2,76	2,65	4,17	2,67
<i>E. grandis</i> FR	2,83	2,72	3,89	2,65
<i>E. grandis</i> GR	2,84	2,71	4,58	2,46
Média	2,84	2,72	4,24	2,56

**Tabela 4.** Espessura média de tábuas verdes e secas a 15% para *E. dunnii*.

Tratamento	Espessura média (cm)		Redução verde/seca (%)	Espessura Verde
	Verde	Seca		
<i>E. dunnii</i> FT	2,74	2,60	5,11	2,48
<i>E. dunnii</i> GT	2,75	2,58	6,18	2,64
Média	2,75	2,59	5,65	2,56
<i>E. dunnii</i> FR	2,83	2,71	4,24	2,67
<i>E. dunnii</i> GR	2,82	2,69	4,61	2,63
Média	2,83	2,70	4,43	2,65

significativo, o fator espécie e a interação entre sistema de desdobro e espécie também exerceram influência altamente significativa.

O aparecimento da espécie como fator significativo na análise da espessura das tábuas no estado seco era esperado uma vez que, como já mencionado anteriormente, o *E. dunnii*, tem coeficientes de contração mais elevados que o *E. grandis*.

A análise dos resultados e dos procedimentos adotados indicou que embora o modelo de corte tenha sido significativo o efeito foi causado pelo tipo de equipamento, precisão dos mesmos e pelas possibilidades de ajustes que estavam disponíveis nas condições em que o experimento foi realizado. Considera-se portanto que, devido a uma série de variáveis que não foram possíveis controlar, as diferenças médias e até mesmo variações na espessura obtidas neste estudo não devem ser consideradas como relevantes.

De qualquer forma deve ser considerado o fato de que no caso do desdobro tangencial, as variações na espessura ocorreram em níveis sensivelmente inferiores ao desdobro radial. Isto indica que a serra múltipla de 2 eixos, utilizada no desdobro tangencial, teve menor variação na espessura do que a serra múltipla de 1 eixo, utilizada no desdobro radial. Nota-se também, que nos dois tratamentos, as espessuras médias ficaram abaixo das espessuras nominais

previamente definidas (Tabelas 3 e 4).

Segundo MALAN (1979) *apud* DEL MENEZZI & NAHUZ (1998) e PAGE (1978) *apud* DEL MENEZZI & NAHUZ (1998), com a utilização de cortes simultâneos, ocorre uma liberação simétrica e simultânea das tensões, produzindo tábuas de medidas mais precisas. Mesmo assim neste estudo ambas as espécies, nas duas classes diamétricas e nos dois sistemas de desdobro, produziram tábuas com variações elevadas em espessura.

Deve-se considerar que quando se desdobra madeira de eucalipto através de cortes sucessivos em uma unidade com serra fita e carro, a peça que permanece no carro porta tora sofre deformação por flexão, em função da nova distribuição da tensão residual ainda presente. Esta deformação pode causar variação na espessura das tábuas.

Este fato é relatado por DEL MENEZZI & NAHUZ (1998). Na retirada de tábuas em cortes sucessivos utilizando carro porta tora com o empeno do bloco as tábuas podem apresentar espessura irregular, e dependendo da situação apresenta menor espessura nas extremidades e maior espessura no centro. Este não foi o caso dos dois sistemas de desdobro utilizados neste trabalho.

### Comprimento das tábuas

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados

**Tabela 5.** Comprimento médio de tábuas verdes de *E. grandis*.

Tratamento	Comprimento médio (m)	Comprimento mínimo (m)	Comprim
<i>E. grandis</i> FT	3,065	2,910	3
<i>E. grandis</i> GT	3,055	2,860	3
Média	3,060	2,885	3
<i>E. grandis</i> FR	3,042	1,400	3
<i>E. grandis</i> GR	2,692	0,980	3
Média	2,867	1,190	3

de comprimentos médios, mínimos e máximos para o *E. grandis* das duas classes diamétricas e para os dois modelos de desdobro.

Através da análise estatística, pôde-se verificar que para o comprimento na condição verde, os fatores espécie, sistema de desdobro, classe diamétrica e todas as interações, inclusive a interação tripla, tiveram influência significativa no comprimento das tábuas.

Para um comprimento nominal de 3,07 m, estabelecido para os tratamentos que utilizaram o desdobro tangencial, a média de comprimento foi de 3,06 m. Para um comprimento nominal de 3,10 m estabelecido para os tratamentos que utilizaram o sistema de desdobro radial o resultado final foi um comprimento médio 2,87 m. Ademais as tábuas radiais tiveram uma grande variação no comprimento. Isto indica que o comprimento foi em princípio afetado pelo modelo de corte: o corte radial levou a comprimentos menores.

O fato de o menor comprimento ter sido obtido na produção de tábuas radiais não é diretamente ligado ao modelo de corte, mas sim à técnica utilizada na operação de refilo. Como as tábuas radiais apresentavam elevadas flechas de arqueamento, os operadores diminuíaam seus comprimentos para posteriormente, executarem a operação de refilo. É ainda importante mencionar que a operação foi feita

em escala industrial, e envolveu três diferentes equipes. Com isto, embora o princípio tenha sido sempre o mesmo, houve variações entre os operadores quanto ao critério para reduzir o comprimento das peças.

A marcante influência do modelo de desdobro sobre o comprimento médio das peças também foi verificada para o *E. dunnii* (Tabela 6). No desdobro tangencial as duas classes diamétricas não apresentaram variação no comprimento, e todas as tábuas apresentaram um comprimento de 3,07 m. No entanto, no sistema de desdobro radial, novamente foi notada a variação no comprimento para as duas classes diamétricas, onde foram observados comprimentos mínimos de 0,68 m e 0,66 m para toras finas e grossas respectivamente.

Os resultados do efeito sobre o comprimento são apresentados na forma de gráficos de frequência nas Figuras 7 e 8, para *E. grandis* e *E. dunnii*, respectivamente.

Como pode ser observado para o *E. grandis*, tanto tora fina como grossa em corte tangencial, apresentaram 98% das peças com comprimentos acima de 3,00m.

No caso do *E. dunnii* 100% das tábuas obtidas tangencialmente tiveram comprimentos superiores a 3,00 m. Porém, nos tratamentos que utilizaram desdobro radial, a frequência de tábuas com

**Tabela 6.** Comprimento médio de tábuas verdes de *E. dunnii*.

Tratamento	Comprimento médio (m)	Comprimento mínimo (m)	Comprir
<i>E. dunnii</i> FT	3,070	3,070	
<i>E. dunnii</i> GT	3,070	3,070	
Média	3,070	3,070	
<i>E. dunnii</i> FR	2,456	0,680	
<i>E. dunnii</i> GR	2,518	0,660	
Média	2,487	0,670	

comprimentos inferiores a 3 m foi marcante em alguns casos.

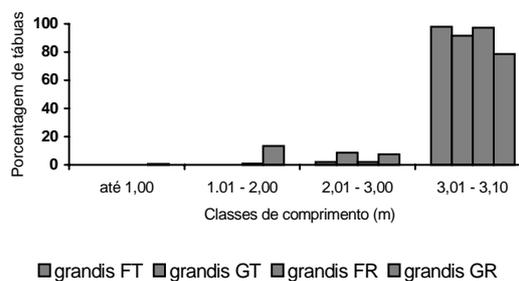
Para o *E. dunnii*, a variação nos comprimentos das tábuas foi mais marcante. Nos tratamentos com desdobro tangencial, todas as tábuas apresentaram comprimentos superiores a 3 m. Por outro lado no caso de toras finas obtidas radialmente, aproximadamente 31% das tábuas desta espécie tiveram comprimentos entre 1 e 2 m e 48% entre 2 e 3 m.

Os resultados deste estudo indicam portanto que a forma de desdobro para as duas espécies estudadas, afeta no comprimento das tábuas. Quando se utiliza desdobro tangencial, o comprimento das tábuas é mais homogêneo, e na média superior, que quando se utiliza desdobro radial.

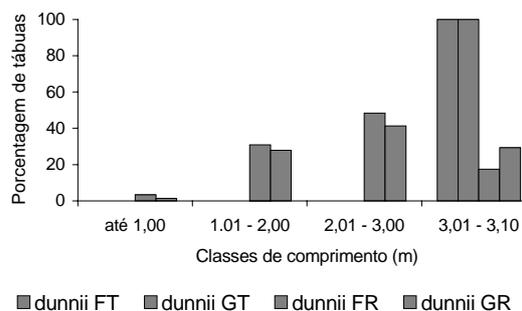
## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados e discussão realizada as principais conclusões deste estudo são as seguintes:

- O modelo de desdobro tangencial possibilita a obtenção de tábuas com maiores larguras e mais uniformes que no caso de um modelo de desdobro radial;
- Adotando-se o corte tangencial é também possível obter tábuas de comprimento maior e mais uniforme.
- Conclui-se de forma geral que, dentro dos parâmetros adotados neste estudo, o corte tangencial disponibiliza peças de maior dimensão e, consequentemente, de maior valor comercial. O efeito econômico e financeiro do modelo de desdobro não foi avaliado neste trabalho, mas é certamente importante e deverá ser considerado em estudos futuros.
- Neste estudo a espessura das peças foi afetada pelos equipamentos utilizados e ajustes adotados. Um estudo específico sobre os fatores que afetam esta variável (espessura), vis a vis às tensões de crescimento, possibilidades de modelo de cortes e equipamentos é necessário.



**Figura 7.** Frequência por classes de comprimento, para tábuas verdes de *E. grandis*.



**Figura 8.** Frequência por classes de comprimento, para tábuas verdes de *E. dunnii*.

## LITERATURA CITADA

- 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. Piracicaba, 1986. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade de São Paulo.
- BARNACLE, J. E. & GOTTSTEIN, J. W. Control of end-splitting in round timber. A promising new method. *Forest Products Technical Notes* (4). CSIRO, Melbourne, 1968.
- DEL MENEZZI, C. H. S. & NAHUZ, M. A. R. Técnicas de desdobro utilizadas para madeira de eucalipto – uma revisão bibliográfica. *Revista árvore*, v. 22, n. 3. Viçosa-MG, 1998 p. 415-428.

- 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. Tese de Doutorado em Tecnologia da Madeira – University of Stellenbosch.
- PAGE, M. W. Production of sawn wood from small eucalypt logs. In: HILLIS, W. E., & BROWN, A. G. *Eucalypts for wood production*. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 322-327.
- PANDEY, C. N.; GAUR, B. K.; KANNOJI, H. C.; CHANDRA, A. A new approach to seasoning of eucalypts hybrid (*Eucalyptus tereticornis*). *Indian Forester*, Dehra, v. 110, n. 3, 1984, p. 117-121.
- 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. Dissertação-Mestrado. Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1993. 133p.