

Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies  
de eucalipto cultivadas no litoral de Santa CatarinaLog and lumber quality of six eucalypts species  
cultivated on the coast of Santa CatarinaKerling Fabiane Hornburg<sup>1</sup>, Jackson Roberto Eleotério<sup>2</sup>,  
Tania Regina Bagattoli<sup>1</sup> e Adilson Luiz Nicoletti<sup>1</sup>**Resumo**

Com o objetivo de avaliar espécies promissoras para a produção de madeira maciça, 180 toras de *Corymbia torelliana* F. Muell., *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., *Eucalyptus resinifera* Sm., *Eucalyptus pilularis* Sm., *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e do híbrido *Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake foram classificadas em três classes de diâmetro. Em seguida, as medidas de diâmetros, flechas e rachaduras foram utilizadas para qualificar as toras, nos parâmetros de conicidade, encurvamento e rachaduras. A madeira serrada, em um total de 1898 peças, foi avaliada para determinar a qualidade da madeira serrada por meio da medida das flechas de arqueamento e encurvamento, rachaduras de topo, área coberta por nós vivos e nós mortos. As espécies menos usuais, *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus resinifera* apresentaram qualidade de toras igual àquela obtida nas toras de *Eucalyptus grandis*. A madeira serrada de *Corymbia torelliana* apresentou a mesma qualidade que a madeira serrada de *Eucalyptus grandis* quando avaliada para arqueamento e encurvamento. Entretanto, foi ainda superior a esta última espécie na intensidade de rachaduras de topo. A intensidade da maioria dos defeitos diminuiu com o aumento do diâmetro das toras.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*, *Corymbia*, defeitos, tensões de crescimento.

**Abstract**

In order to evaluate promising species for lumber production, one hundred and eighty logs of *Corymbia torelliana* F. Muell., *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., Sm *Eucalyptus resinifera*, *Eucalyptus pilularis* Sm., *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden and the hybrid *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden W x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake were classified into three diameter classes. Next, diameter, deflection and crack measurements were used to characterize such logs in the parameters of taper, bow and cracks. The lumber obtained from those logs, a total of 1898 pieces, was evaluated to determine their quality by measuring the spring, bow, end-splitting and the covered area by live and dead knots. The log quality of *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus resinifera* is equal to the quality of those logs obtained from *Eucalyptus grandis*. The lumber of *Corymbia torelliana* had the same quality as the lumber of *Eucalyptus grandis* when evaluated for cupping and bow. It was also better than the latter in the intensity of top splits. The intensity of most defects decreased with increasing diameter of the logs.

**Keywords:** *Eucalyptus*, *Corymbia*, defects, growth stress.

**INTRODUÇÃO**

A adoção da madeira de espécies do gênero *Eucalyptus* e *Corymbia* como fonte de matéria-prima para a fabricação de produtos de madeira maciça tem sido avaliada com mais intensidade na última década. A produção conjunta de sortimentos para madeira serrada, celulose e energia foi avaliada por Carvalho (2000) e por Soares (2002). Ambos

os autores indicaram que a produção conjunta de madeira serrada, celulose e energia resultou em valorização econômica da madeira. Porém, a diversidade de espécies e a variação nas tensões de crescimento entre árvores de uma mesma espécie reforçam a necessidade de seleção visando o uso da madeira maciça. Rocha (2000) demonstrou que a intensidade dos defeitos da madeira serrada pode variar entre espécies do gênero *Eucalyptus*.

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, FURB - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas. Rua São Paulo, 3250, CEP 89030-000, Blumenau (SC) - E-mail: [kerlingh@gmail.com](mailto:kerlingh@gmail.com); [trbtania@gmail.com](mailto:trbtania@gmail.com); [adilson\\_luiz@hotmail.com](mailto:adilson_luiz@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal. FURB - Universidade Regional de Blumenau, Centro de Ciências Tecnológicas, Rua São Paulo, 3250, CEP 89030-000, Blumenau (SC) - E-mail: [jreleote@furb.br](mailto:jreleote@furb.br)

Entretanto, estes estudos foram precedidos da avaliação da formação das tensões de crescimento (GARCIA, 1992) e do estudo da sua minimização no processo de desdobro (GARCIA, 1995). Certamente o nível de tensões de crescimento tem um impacto direto no volume e na qualidade da madeira obtida.

Schacht *et al.* (1998) indicaram a possibilidade de seleção de material genético associando crescimento à intensidade de rachaduras e empenamentos em *Eucalyptus urophylla*. As espécies tradicionalmente cultivadas no Brasil são comprovadamente adequadas à produção de celulose e carvão. Entretanto, a avaliação de outras espécies e de tratamentos silviculturais envolvendo adubação, desrama e desbastes podem indicar que a tecnologia atual de produção não é a mais adequada à produção de madeira serrada.

O objetivo desse trabalho é comparar a qualidade das toras e da madeira serrada de espécies menos usuais como *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus resinifera* com *Eucalyptus grandis*, que é uma espécie amplamente difundida, além de comparar com a qualidade das toras e da madeira serrada do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Espécies, local de plantio e tratamentos silviculturais

A madeira de *Corymbia torelliana* F. Muell., *Eucalyptus cloeziana* F. Muell., *Eucalyptus resinifera* Sm. e *Eucalyptus pilularis* Sm. foi obtida a partir de um plantio experimental instalado município de Garuva – SC. A madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, é procedente de um plantio localizado em Piçarras – SC e a do híbrido *Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake é proveniente de um plantio localizado em Barra Velha – SC.

A Tabela 1 apresenta a idade e o espaçamento inicial entre plantas e o município do plantio.

Além do combate à formiga e roçadas de estabelecimento dos povoamentos, apenas *Eucalyptus grandis* e o híbrido *Eucalyptus grandis*

x *Eucalyptus urophylla* foram desbastados, aos dez e cinco anos de idade, respectivamente. O desgalhamento foi aplicado apenas no híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, no segundo e terceiro ano.

### Avaliação da qualidade das toras

A avaliação da qualidade das toras e do rendimento foi feita em 30 toras de cada espécie, com comprimento nominal de 2,5 m, separadas em 10 toras por classe de diâmetro. A primeira classe de diâmetro engloba toras com diâmetros médios de 14 a 19,9 cm, a segunda com diâmetros médios de 20 a 25 cm e a terceira com diâmetros médios acima de 25 cm.

A avaliação de qualidade das toras considerou conicidade, encurvamento e rachaduras atingindo a superfície. Cada defeito foi medido na sua intensidade e classificado conforme a Norma para Medição e Classificação de Toras de Madeiras de Folhosas (IBDF, 1984).

A conicidade, definida como a taxa de variação do diâmetro ao longo do comprimento, foi avaliada pela seguinte expressão:

$$C = \frac{\frac{d_1 + d_2}{2} - \frac{d_3 + d_4}{2}}{L_v}$$

Em que:

$C$  = Conicidade (cm/m);

$d_1$  e  $d_2$  = diâmetros cruzados da extremidade mais grossa da tora (cm);

$d_3$  e  $d_4$  = diâmetros cruzados da extremidade mais fina da tora (cm);

$L_v$  = comprimento da tora (m).

O encurvamento é definido como a mudança da direção do eixo longitudinal da tora e sua intensidade é obtida pela razão entre a flecha de encurvamento e o comprimento da tora, expresso em cm/m.

As rachaduras atingindo a superfície das toras foram avaliadas pela razão entre o somatório do comprimento das maiores rachaduras em cada uma das extremidades pelo comprimento total da tora.

**Tabela 1.** Idade, espaçamento e local de plantio das espécies de eucalipto e do híbrido avaliados.

**Table 1.** Age, spacing and planting location of the evaluated eucalypt species and hybrid

Espécie	Idade	Espaçamento	Local de Plantio
<i>Corymbia torelliana</i>	17	2,5 x 3,0	Garuva - SC
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	17	2,5 x 3,0	Garuva - SC
<i>Eucalyptus grandis</i>	14	2,5 x 3,0	Piçarras - SC
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	8	2,0 x 2,6	Barra Velha - SC
<i>Eucalyptus pilularis</i>	17	2,5 x 3,0	Garuva - SC
<i>Eucalyptus resinifera</i>	17	2,5 x 3,0	Garuva - SC

## Rendimento do processo de desdobro

O rendimento, expresso pela relação entre o volume serrado e o volume de toras sem casca, foi determinado para uma serraria composta por duas serras principais: uma serra circular quádrupla e uma serra fita simples. As serras principais formavam blocos, que foram desdobrados em uma serra circular múltipla e as laterais ou costaneiras, desdobradas em uma serra fita horizontal e em uma refiladeira.

Essas peças foram serradas com larguras nominais de 8, 10, 12, 15 e 18 cm e espessura nominal de 21 mm. De cada peça foi medido o comprimento real e as larguras e espessuras nos pontos que representam  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{3}{4}$  do comprimento da peça.

## Determinação dos defeitos da madeira serrada

Todas as peças obtidas no desdobro das toras, em número apresentado, por espécie e por sortimento, na Tabela 2, foram avaliadas na condição verde. Os defeitos medidos foram: encurvamento, arqueamento, rachaduras de topo, nós vivos, nós mortos. A intensidade de cada defeito permitiu classificar a madeira serrada conforme a norma para classificação de madeira serrada de folhosas (IBDF, 1983) em qualidade superior, três classes de qualidade.

As intensidades de encurvamento e de arqueamento foram expressas como uma relação entre as flechas e o comprimento da madeira serrada. O índice de rachaduras expressa a soma do

comprimento das maiores rachaduras em cada ponta da peça, em relação ao comprimento total. Os nós vivos e nós mortos foram avaliados na pior face e expressam a área ocupada em relação à área da maior face da peça.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Defeitos das toras

Os valores médios de conicidade não diferiram entre as espécies, como apresentado na Tabela 3. Essa afirmação também é verdadeira para as médias parciais das classes de diâmetro dois e três. Na classe de diâmetro um, apenas *Eucalyptus resinifera* apresentou conicidade menor e estatisticamente diferente do híbrido *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. A primeira espécie deve apresentar forma mais cilíndrica nas porções centrais do fuste, porém não foram encontrados trabalhos para comprovar esta teoria. Já o híbrido, inclusive pela pouca idade apresentou conicidade maior, mas diferente apenas da espécie anteriormente citada.

Para os valores médios por classe de diâmetro, houve diferença significativa da classe três para as outras classes. Esse padrão se repetiu em quatro dos seis materiais avaliados. Para o híbrido a diferença não foi significativa pois a conicidade das toras da classe 1 foi a mais alta de todos os materiais analisados. Já para *Eucalyptus pilularis* a conicidade na classe três foi a mais baixa, aproximando-se das outras classes de diâmetro.

**Tabela 2.** Quantidade de peças avaliadas por classes de diâmetro e por espécie.

**Table 2.** Amount of pieces evaluated according to diameter class and species.

Espécie	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Total
<i>Corymbia torelliana</i>	63	92	227	382
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	64	93	190	347
<i>Eucalyptus grandis</i>	61	91	132	284
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	59	90	143	292
<i>Eucalyptus pilularis</i>	59	66	200	325
<i>Eucalyptus resinifera</i>	63	81	124	268
			<b>Total</b>	1898

**Tabela 3.** Conicidade em cm/m, por espécie e classe de diâmetro da tora.

**Table 3.** Taper in cm/m, per species and log diameter class.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,56 B ab	0,66 B a	2,20 A a	1,13 a
<i>E. cloeziana</i>	0,60 B ab	0,95 AB a	2,05 A a	1,19 a
<i>E. grandis</i>	0,56 B ab	0,70 B a	1,45 A a	0,90 a
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,83 A a	0,85 A a	1,09 A a	0,92 a
<i>E. pilularis</i>	0,52 A ab	0,81 A a	0,97 A a	0,76 a
<i>E. resinifera</i>	0,41 B b	0,55 AB a	1,36 A a	0,77 a
Média	0,58 B	0,75 B	1,52 A	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

Médias na linha seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

Segundo a norma para classificação de toras, valores de conicidade inferiores a 3 cm/m representam toras com classe de qualidade superior. Esses valores são próximos aos encontrados por Polli *et al.* (2006), que trabalhando com clones de *Eucalyptus*, obteve valores de conicidade média de 1,8 cm/m. Ferreira *et al.* (2004) não identificaram efeito significativo dos híbridos analisados na conicidade, obtendo valor médio de 1,4 cm/m. Lopes (2003) obteve valores médios de 1,41 cm/m para *Eucalyptus grandis*, valores superiores aos obtidos nesse trabalho. Del Menezzi *et al.* (2001) obtiveram em *Eucalyptus cloeziana* valores de 0,96 cm/m e 0,66 cm/m para a conicidade da primeira e da segunda tora, respectivamente. Gonçalves (2006) também encontrou conicidade maior na tora obtida entre a base e três metros, em relação às demais. Para Lima (2005) a conicidade está relacionada significativamente com a classe diamétrica.

A intensidade média de encurvamento sobre as toras avaliadas foi de, no máximo, 0,2%, que segundo IBDF (1984) não é classificado como defeito. Não houve diferença estatisticamente significativa entre espécie e entre classes de diâmetro. Lopes (2003) obteve 0,381% de encurvamento médio das toras de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

De acordo com a Tabela 4, em dois (*Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus resinifera*) dos seis materiais analisados e para a média das espécies, há uma tendência estatisticamente significativa das rachaduras aumentarem com o diâmetro das toras.

A comparação entre as espécies revelou diferenças significativas apenas na classe de diâmetro três e nas médias por espécie. *Corymbia torelliana* foi a que apresentou menor índice de rachaduras, porém, estatisticamente não difere de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus pilularis* e do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

De acordo com a norma, para a tora ser de classe de qualidade superior é aceitável no máximo 5 cm/m de rachaduras atingindo a superfície. Dentre as espécies avaliadas somente *Corymbia torelliana* se enquadra nessa classe. As demais espécies se enquadram na classe de qualidade I, onde é aceitável até 10cm/m de rachaduras atingindo a superfície.

### Rendimento no desdobro

O rendimento médio no desdobro, por espécie e por classe de diâmetro, é apresentado na Tabela 5. Não há uma tendência clara de variação do rendimento em função da classe de diâmetro. Como o rendimento foi calculado para o conjunto de dez toras de cada classe, não há repetições que permitam identificar diferenças significativas entre as espécies.

Existe uma tendência da largura média das peças obtidas influenciar positivamente o rendimento, como pode ser observado na Figura 1.

Del Menezzi *et al.* (2001) obtiveram, para *Eucalyptus cloeziana*, rendimentos decrescentes entre a primeira, de 54,6% e a segunda tora, de 48,7%. Uma das possíveis causas para os maiores rendimentos deste trabalho é a expressão do rendimento com base no volume sem casca.

**Tabela 4.** Rachaduras médias em cm/m, por espécie e classe de diâmetro das toras.

**Table 4.** Average cracks in cm/m per species and log diameter class.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,36 A a	0,40 A a	1,10 A b	0,61 b
<i>E. cloeziana</i>	3,05 A a	10,62 A a	9,35 A ab	7,67 a
<i>E. grandis</i>	2,59 B a	8,50 AB a	10,64 A ab	7,24 ab
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,36 A a	8,27 A a	8,89 A ab	5,83 ab
<i>E. pilularis</i>	0,73 A a	15,06 A a	2,55 A b	6,11 ab
<i>E. resinifera</i>	4,58 B a	6,92 B a	15,22 A a	8,90 a
Média	1,94 B	8,29 A	7,96 A	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

Médias na linha seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

**Tabela 5.** Rendimento médio em percentagem do volume sem casca, por espécie e classe de diâmetro das toras.

**Table 5.** Average yield in percentage of volume without bark per species and log diameter.

Espécie	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>Corymbia torelliana</i>	50,44%	52,82%	58,56%	55,66%
<i>Eucalyptus cloeziana</i>	53,11%	56,28%	52,65%	53,77%
<i>Eucalyptus grandis</i>	48,98%	54,98%	49,12%	50,89%
<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i>	57,27%	59,12%	64,37%	61,40%
<i>Eucalyptus pilularis</i>	49,41%	37,59%	55,58%	50,58%
<i>Eucalyptus resinifera</i>	47,07%	49,96%	48,37%	48,60%

Comparações de rendimento devem considerar que esta variável depende do maquinário utilizado, das larguras dos fios de serra, dos produtos obtidos, entre outros aspectos.

Santos (2008), avaliando o rendimento do desdobro de toras que correspondem a classe um desse trabalho, obteve rendimentos médios de 37,7%. Monteiro (2011) obteve rendimentos de 43,8% para toras com diâmetro médio de 34 cm. Rocha (2000) obteve rendimento de 42,1% para *Eucalyptus dunnii* e de 50,4% para *Eucalyptus grandis*. Ferreira *et al.* (2004) obtiveram rendimento de 51,5% no desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora, esquema de corte similar ao utilizado neste trabalho.

### Defeitos da madeira serrada

As avaliações na madeira serrada permitiram diferenciar as espécies em mais grupos do que os formados na avaliação das toras. Se na avaliação das toras formavam-se um ou dois

grupos, na avaliação da madeira serrada as espécies agruparam-se em até quatro grupos diferentes estatisticamente.

Na Tabela 6 observa-se que as espécies *Eucalyptus grandis* e *Corymbia torelliana* formam o grupo com menor média de arqueamento. Por outro lado, o grupo formado por *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis* representa as espécies com maior intensidade de arqueamento.

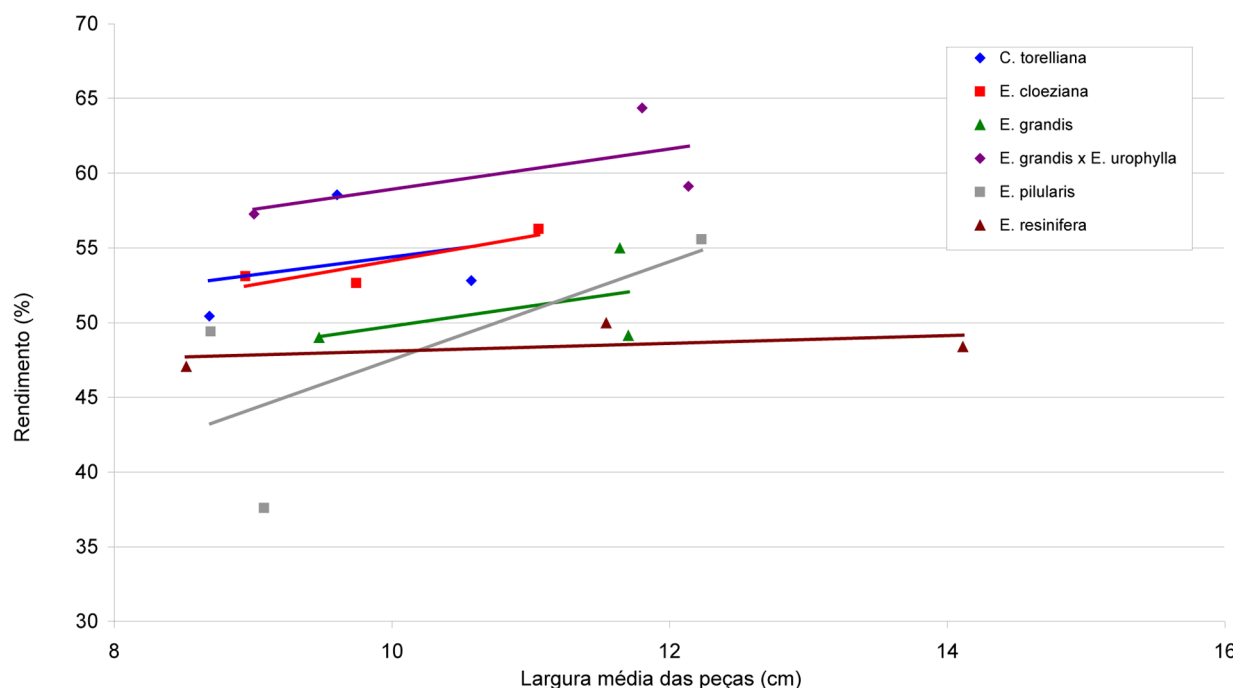
As médias não ultrapassaram o limite definido por IBDF (1983), que é de 0,5 cm/m, podendo ser classificadas como representativas da classe de qualidade superior.

Rocha e Tomaselli (2002) encontraram diferenças significativas entre *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* na intensidade de arqueamento. Os valores de arqueamento médio obtidos naquele trabalho de 0,78 cm/m para *Eucalyptus grandis* e de 0,48 cm/m para *Eucalyptus dunnii*, são superiores aos valores médios encontrados nesse trabalho para *Eucalyptus grandis*, de 0,15

**Tabela 6.** Valores médios de arqueamento da madeira serrada, em cm/m, por espécie e classe de diâmetro das toras.  
**Table 6.** Mean values of lumber cupping, in cm/m, per species and log diameter class.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,21 A c	0,14 B c	0,19 A c	0,18 cd
<i>E. cloeziana</i>	0,45 A a	0,28 B ab	0,40 A a	0,37 a
<i>E. grandis</i>	0,15 A c	0,13 A c	0,17 A c	0,15 d
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,38 A ab	0,26 B b	0,27 B b	0,29 b
<i>E. pilularis</i>	0,42 A a	0,35 AB a	0,30 B b	0,33 ab
<i>E. resinifera</i>	0,25 A bc	0,27 A ab	0,19 B c	0,22 c
Média	0,31 A	0,23 B	0,26 B	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.



**Figura 1.** Relação entre largura média das peças e o rendimento em madeira serrada.  
**Figure 1.** Relationship between the mean width of pieces and the yield of lumber.

cm/m. Os valores desse trabalho são inferiores também aos obtidos por Trevisan (2006), de 0,37 cm/m. Ferreira *et al.* (2004) determinaram arqueamento médio de apenas 0,09 cm/m em híbridos, valor inferior ao obtido nesse trabalho, independente da espécie e classe de diâmetro.

A exemplo do arqueamento, as espécies *Eucalyptus grandis* e *Corymbia torelliana* formam o grupo com menor encurvamento (Tabela 7). A formação desses dois defeitos está diretamente relacionada com as tensões de crescimento, indicando uma menor tendência de tensões de crescimento nessas duas espécies.

As médias de encurvamento da madeira serrada tendem a diminuir das toras de menor para as de maior diâmetro. Essa diferença estatística é evidenciada especialmente em *Eucalyptus pilularis*, *Eucalyptus resinifera* e no híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Considerando a intensidade de encurvamento, metade das espécies avaliadas não se enquadra na classe de qualidade superior, cujo limite é de 0,5 cm/m.

Lopes (2003) obteve encurvamento médio de 0,381 cm/m para matrizes de *Eucalyptus grandis*, valor bastante próximo ao obtido nesse trabalho. Del Menezzi *et al.* (2001) determinaram para *Eucalyptus cloeziana* encurvamentos de 0,5 cm/m, porém não observaram diferenças entre a primeira e a segunda tora. Naquele trabalho foram observados encurvamentos com maior intensidade para essa espécie e influência significativa da classe de diâmetro da tora.

Rocha e Tomaselli (2002) determinaram encurvamento de 0,38 cm/m para *Eucalyptus grandis* e de 0,27 cm/m para *Eucalyptus dunnii*, porém o fator espécie não foi significativo na intensidade de encurvamento e de rachaduras na condição úmida. Santos (2008) obteve valores de encurvamento de 0,25 e de 0,42 cm/m para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*, respectivamente. Ambos os autores apresentam valores na mesma ordem de grandeza dos menores obtidos nesse trabalho.

As flechas relativas de arqueamento e de encurvamento apresentaram, respectivamente, correlação de -19,6% e de -18,4% com a largura das peças, ambas significativas em 1% de probabilidade de erro.

A Tabela 8 apresenta os valores médios de intensidade de rachaduras de topo na madeira serrada. Merece destaque a baixa intensidade de rachaduras da madeira de *Corymbia torelliana*, diferente estatisticamente das demais espécies na média e em todas as classes de diâmetro das toras. O grupo formado pelas espécies *Eucalyptus resinifera*, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus grandis* apresentou a maior intensidade média de rachaduras.

Na média das espécies há um aumento significativo de índice de rachaduras com o aumento do diâmetro da tora, essa regra não é válida para todas as espécies. Calonego e Severo (2005) também concluíram que as rachaduras são maiores em peças provenientes de toras com maiores diâmetros.

**Tabela 7.** Valores médios de encurvamento da madeira serrada, em cm/m, por espécie e classe de diâmetro das toras.  
**Table 7.** Mean values of bowing lumber, in cm/m, per species and log diameter class.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,47 A b	0,39 A de	0,26 B c	0,32 d
<i>E. cloeziana</i>	0,96 A a	0,83 A a	0,43 B a	0,63 a
<i>E. grandis</i>	0,38 AB b	0,43 A de	0,35 B b	0,38 d
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,88 A a	0,73 B ab	0,40 C ab	0,59 ab
<i>E. pilularis</i>	0,81 A a	0,64 B bc	0,34 C b	0,48 c
<i>E. resinifera</i>	0,79 A a	0,57 B cd	0,37 C abc	0,52 bc
Média	0,71 A	0,60 B	0,35 C	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

**Tabela 8.** Intensidade de rachaduras da madeira serrada, em porcentagem do comprimento, por espécies e classes de diâmetro das toras.

**Table 8.** Intensity of cracks in the lumber in percentage of length, per species and log diameter classes.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	1,76 A b	1,42 A c	3,22 A e	2,54 d
<i>E. cloeziana</i>	5,12 B a	10,92 A a	7,95 AB cd	8,22 bc
<i>E. grandis</i>	5,01 B a	11,38 A a	11,69 A bc	10,15 ab
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	4,84 A a	6,82 A b	6,62 A cd	6,32 c
<i>E. pilularis</i>	6,84 B a	8,20 B ab	12,94 A b	10,86 a
<i>E. resinifera</i>	6,57 B a	6,81 B b	18,76 A a	12,28 a
Média	5,01 C	7,58 B	9,49 A	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

A média de rachaduras de metade das espécies ultrapassa o limite preconizado por IBDF (1983), que aceita até 10% de rachaduras em uma peça para enquadrá-la na classe 1.

A intensidade de rachaduras para as seis espécies avaliadas é menor que a média de 14,8%, observada por Santos (2008) para *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla*. Caixeta *et al.* (2002) também encontraram valores superiores aos obtidos neste trabalho, de 16,06%, estudando vários fenótipos de *Eucalyptus*. Rocha e Tomaselli (2002) determinaram rachaduras médias de 6,9% para *Eucalyptus grandis* e de 2,6% para *Eucalyptus dunnii*, sem efeito significativo da espécie.

Com exceção de *Eucalyptus pilularis*, as demais espécies apresentaram correlação positiva entre a intensidade de rachaduras de toras e da madeira serrada (Figura 2). Esse fato indica que as tensões de crescimento, além de manifestarem-se durante o corte e secagem da madeira, manifestam-se nas toras.

O comprimento relativo das rachaduras apresentou uma correlação de 37,4% com a largura das peças, significativa em 1% de probabilidade. Esse defeito não apresentou correlação significativa com a intensidade de arqueamento ou de encurvamento.

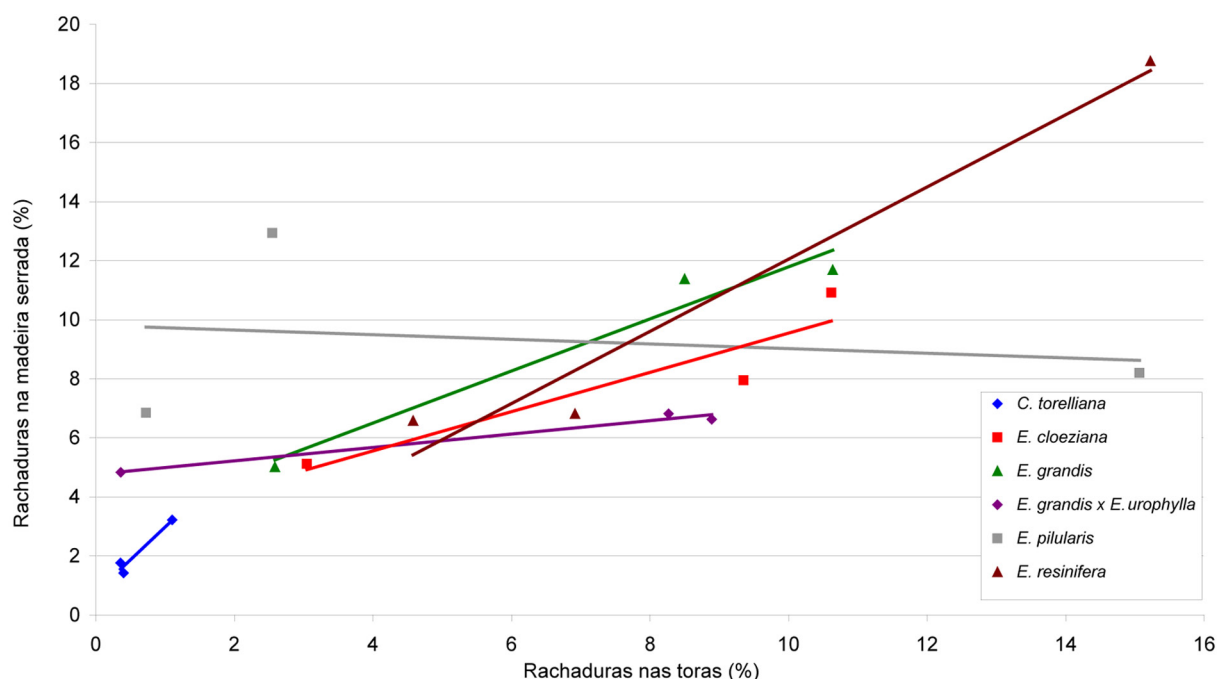
De maneira geral, a madeira de todas as espécies, em todas as classes de diâmetro, apresentou área atingida por nós mortos inferior a 1% (Tabela 9). Para a média das espécies, existe uma redução na área ocupada por nós mortos de acordo com o aumento do diâmetro das toras. Essa tendência se repete em *Eucalyptus cloeziana* e no híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*.

Na média das classes de diâmetro das toras, as espécies *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus resinifera* formam o grupo com menor área ocupada por nós mortos. Essas espécies devem apresentar uma boa desrama natural, considerando que não foram submetidas à desrama artificial. As espécies com maior área afetada foram *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus pilularis*.

**Tabela 9.** Área coberta por nós mortos, em porcentagem da maior face, por espécie e classes de diâmetro das toras.  
**Table 9.** Covered area by dead knots, in percentage of the largest face, per species and diameter classes of logs.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,50 A bc	0,55 A b	0,42 A b	0,46 b
<i>E. cloeziana</i>	1,12 A a	0,88 A a	0,35 B b	0,64 a
<i>E. grandis</i>	0,07 A c	0,10 A c	0,07 A c	0,07 d
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,64 A b	0,51 A b	0,11 B c	0,34 bc
<i>E. pilularis</i>	0,64 A b	0,84 A ab	0,71 A a	0,72 a
<i>E. resinifera</i>	0,21 A c	0,15 A c	0,23 A bc	0,19 cd
Média	0,53 A	0,50 A	0,35 B	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.



**Figura 2.** Relação entre intensidade de rachaduras das toras e intensidade de rachaduras da madeira serrada.  
**Figure 2.** Relationship between intensity of cracks in the logs and intensity of cracks in the lumber.

**Tabela 10.** Área coberta por nós vivos, em porcentagem da maior face, por espécie e classes de diâmetro das toras.  
**Table 10.** Area covered by live knots, in percentage of the largest face, per species and log diameter classes.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Média
<i>C. torelliana</i>	0,50 A ab	0,57 A a	0,23 B b	0,35 b
<i>E. cloeziana</i>	0,64 A a	0,36 B ab	0,14 C b	0,28 bc
<i>E. grandis</i>	0,27 A b	0,19 B b	0,08 C b	0,15 c
<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	0,70 A a	0,27 B b	0,09 C b	0,26 bc
<i>E. pilularis</i>	0,63 A a	0,37 A ab	0,59 A a	0,55 a
<i>E. resinifera</i>	0,70 A a	0,39 B ab	0,12 C b	0,33 b
Média	0,57 A	0,36 B	0,23 C	

Médias na coluna seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si, pelo teste de Tukey,  $\alpha = 5\%$  de probabilidade de erro.

Em relação às médias de área ocupada por nós vivos, da mesma maneira que ocorre com a área dos nós mortos, há uma redução com o aumento da classe de diâmetro das toras.

Da mesma forma que para a área ocupada por nós mortos, *Eucalyptus grandis* foi a espécie com a menor intensidade de área ocupada por nós vivos. No extremo oposto, *Eucalyptus pilularis* apresentou a maior área ocupada por nós mortos, mesma posição ocupada quando analisa-se a área de nós vivos. Outras espécies, como *Eucalyptus cloeziana* aparecem no grupo com maior área de nós mortos e no de menor área de nós vivos, indicando que a espécie apresenta uma desrama natural fraca ou uma alta intensidade de ramos.

Os valores obtidos no trabalho estão abaixo dos encontrados por Caixeta *et al.* (2002), que trabalhando com híbridos de *Eucalyptus*, encontrou 1,8% de área ocupada por nós, sem diferenciar nós vivos e nós mortos.

## CONCLUSÕES

A madeira serrada de *Corymbia torelliana* apresentou a mesma qualidade que a madeira serrada de *Eucalyptus grandis* quando avaliada para arqueamento e encurvamento. Foi ainda superior a esta última espécie na intensidade de rachaduras de topo. Já com relação à madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*, a mesma apresentou intensidade inferior de arqueamento, encurvamento e rachaduras de topo.

A menor área ocupada por nós mortos foi de *Eucalyptus grandis*, qualidade não alcançada por nenhuma outra espécie. Já em relação aos nós vivos, a madeira de *Eucalyptus cloeziana* e de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla* apresentou a mesma qualidade.

A intensidade da maioria dos defeitos diminuiu com o aumento do diâmetro das toras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIXETA, R.P.; TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; ROSADO, S.C.S. Classificação de *Eucalyptus* relacionados com a qualidade da madeira após a secagem natural. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.61, p.49-58, 2002.

CALONEGO, F.W.; SEVERO, E.T.D. Efeito do diâmetro de toras na magnitude das tensões de crescimento de *E. grandis*. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v.20, n.2, p.53-65, 2005.

CARVALHO, A.M. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. 2000. 129p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DEL MENEZZI, C.H.S.; NAHUIZ, M.A.R.; SOUZA, M.R. Aspectos Tecnológicos da produção de madeira serrada de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. *Brasil Florestal*, Brasília, n.70, p.75-82, 2001.

FERREIRA, S.; LIMA, J.T.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F. Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. *Cerne*, Lavras, v.10, n.1, p.10-21, 2004.

GARCIA, J.N. Técnicas de desdobro de eucalipto para serraria. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1, 1995, São Paulo. *Anais...* Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. P.59-67.

GARCIA, J.N. Estados de tensão em árvores e de deformação em peças de madeira serrada. 1992. 243 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.



- GONÇALVES, F.G. **Efeito da taxa de crescimento na qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *grandis* para produtos sólidos.** 2006. 167p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Norma para medição e classificação de toras de madeiras de folhosas: Brazilian measurement and grading rules for hardwood logs.** Brasília, 1984. 42p.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Norma para classificação de madeira serrada de folhosas.** Brasília, 1983. 67p.
- LIMA, I.L. **Influência do desbaste e da adubação na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex - Maiden.** 2005. 137 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- LOPES, M.C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira.** 2003. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- MONTEIRO, T.C. **Balanco energético do processamento mecânico de toras de *Eucalyptus*.** 2011. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- POLLI, H.Q.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; VITAL, B.R.; PEZZOPANE, J.E.M.; FONTAN, I.C.I. **Qualidade da madeira em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex-Maiden submetido a desrama artificial.** *Revista Árvore*, Viçosa, v.30, n.4, p.557-566, 2006.
- ROCHA, M.P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias.** 2000. 186p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- ROCHA, M.P.; TOMASELLI, I. **Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*.** *Cerne*, Lavras, v.8, n.2, p.70-83, 2002.
- SANTOS, I.S. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus* sp. para produção de pisos a partir de toras de pequenos diâmetros.** 2008. 66p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.
- SCHACHT, L.; GARCIA, J.N.; VENCOVSKI, R. **Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*.** *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.54, p.55-68, 1998.
- SOARES, T.S. **Otimização do uso da madeira em povoamentos de Eucalipto.** 2002. 49p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- TREVISAN, R. **Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.** 2006. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

Recebido em 06/10/2011

Aceito para publicação em 11/09/2012

