

Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*

Yield in sawed wood of *Eucalyptus urophylla*

Laerte Scanavaca Junior
José Nivaldo Garcia

RESUMO: Um teste de progênies de *Eucalyptus urophylla* com 19 anos de idade foi utilizado para quantificar a influência das tensões de crescimento e da conicidade no rendimento em madeira serrada. Foram selecionadas seis árvores por progênie (duas árvores por parcela em três repetições). As tensões de crescimento foram mensuradas de maneira indireta através das medições das rachaduras nas extremidades das toras e das tábuas. Os rendimentos foram calculados, quantificando-se os volumes das toras e das peças serradas. Não houve diferença estatística entre as progênies para as tensões de crescimento, conicidade ou para o rendimento em madeira serrada. Não houve correlação entre as rachaduras de extremidade de toras e as rachaduras de extremidade de tábuas, bem como destas com o diâmetro das toras. Desta forma a seleção de árvores para serraria nesta idade deve basear-se exclusivamente em parâmetros silviculturais. A média do rendimento em madeira serrada foi de 42,54%.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus urophylla*, Tensão de crescimento, Rachadura, Conicidade, Rendimento, Madeira serrada

ABSTRACT: A progeny test of *Eucalyptus urophylla*, nineteen years old, was used in order to quantify the influences of growth stress and taper in sawed wood yield. Six trees per progeny were selected (two trees per plot, with three repetitions). Growth stress was measured indirectly through the log end splitting and end splitting board measurements. Yield was calculated quantifying the log and sawed pieces volumes. There was no significant statistical difference among the progenies for growth stress, taper or for yield in sawed wood. There was no correlation between log end splitting and end splitting board, and no correlation of growth stress and diameter of the logs. Therefore, tree selection for sawmill at this age, should be based exclusively on silvicultural parameters. Sawed wood yield average was 42.54%.

KEYWORDS: *Eucalyptus urophylla*, Growth stress, Splitting, Taper and yield in sawed wood

INTRODUÇÃO

A madeira de eucalipto proveniente de reflorestamento no Brasil destinava-se ao abastecimento de empresas de celulose e papel ou siderúrgica. A oscilação no preço da celulose e papel e o baixo preço do carvão coque fizeram com que as grandes empresas florestais no Brasil pensassem em usos alternativos

para a madeira proveniente de reflorestamentos. Vários outros fatores como escassez e alto preço das madeiras nativas e pressões ecológicas contribuíram para o crescimento do consumo dos eucaliptos como produtos sólidos (carpintaria e marcenaria).

Dentre as espécies de eucaliptos existentes no Brasil, o *Eucalyptus urophylla* é uma

das mais plantadas e com grande potencial de crescimento em termos de área plantada em função de sua plasticidade e adaptabilidade às mais diversas regiões do país, bem como pela ampla gama de utilização da madeira, aliada à resistência ao cancro do eucalipto (*Cryphonectria cubensis*).

A conicidade, que é a diminuição do diâmetro do tronco, da base para a copa da árvore, sofre influência ambiental, principalmente do espaçamento e pode influenciar no rendimento em madeira serrada (Grosser, 1980).

As tensões de crescimento são uma das principais causas do baixo rendimento em madeira serrada dos eucaliptos, causando perdas de 50% no rendimento em madeira serrada.

O presente trabalho teve como objetivo quantificar o rendimento em madeira serrada em função das tensões de crescimento e da conicidade do *Eucalyptus urophylla* aos 19 anos de idade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As tensões de crescimento são geradas dentro dos tecidos da madeira, nas formações consecutivas das novas camadas de células a partir do câmbio, durante o desenvolvimento da árvore. São iniciadas durante o desenvolvimento da parede secundária das fibras, na camada S2 (Figura 1). Ocorrem em três direções: longitudinal, radial e transversal. As tensões de crescimento transversais aparecem na periferia da árvore (câmbio) com o crescimento de novas camadas de células. As tensões de crescimento radiais, surgem como reação às tensões de crescimento transversais. As tensões longitudinais acontecem pelo encurtamento das fibras na periferia da árvore (que originam as tensões de tração) e pelo alongamento das fibras em direção à medula (tensões de compressão) (Boyd, 1950a,b).

Nicholson (1973) sugeriu que uma árvore não pode alterar sua orientação vertical sem primeiro mudar a tensão dentro de seu tronco. Nicholson et al. (1975) estudaram árvores de *Eucalyptus regnans* com a copa inclinada e distribuída em diferentes intensidades em relação ao fuste da árvore. Os autores concluíram que

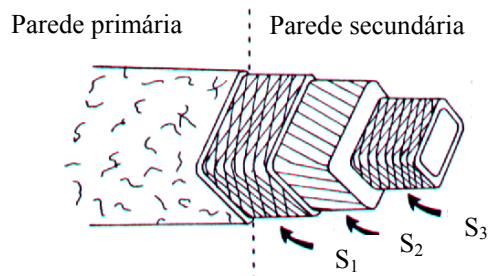


Figura 1

Visão microscópica de uma célula vegetal, mostrando a orientação das microfibrilas nas várias camadas (S1, S2 e S3) da parede celular (Wilkins, 1986).

(Telescopic view of a fibre showing the orientation of the microfibrils in the various layers (S1, S2 and S3) of the cell wall (Wilkins, 1986).

a inclinação e a distribuição da copa influenciavam as tensões de crescimento.

A idade da planta também pode influenciar nas tensões de crescimento, uma vez que com o passar do tempo aumentam os comprimentos e espessura da parede das fibras, a porcentagem de madeira madura (cerne), extrativos e a densidade básica. Nicholson (1973) estudou a influência da idade nas tensões de crescimento em árvores de *E. regnans* e *E. obliqua* com 31 e 70 anos de idade. As tensões foram menores nas árvores mais velhas, o que levou o autor a concluir que as tensões de crescimento diminuem com a idade da planta.

Boyd (1980) fez um estudo bastante minucioso com árvores adultas, retas e inclinadas de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* spp. O autor checkou todas as teorias propostas a respeito das tensões de crescimento. A única teoria que conseguiu explicar as tensões de crescimento em to-

das as árvores (retas ou inclinadas de Angiospermas e Gimnospermas) foi a da madeira de reação (ângulo de inclinação das microfibrilas da camada S2, proposta por Boyd (1950a,b) na tentativa de manter a copa centralizada, que foi proposta por Nicholson (1973).

A conicidade varia de espécie para espécie, diminui com a idade da planta, sofre pouca influência genética, é maior na primeira tora, isto é, na base da árvore (Purnell, 1988).

As rachaduras de extremidades de tora foram usadas como critério de seleção em árvores para serraria na África do Sul (Villiers, 1973 e Hillis, 1978), mas há divergências de quando se deve fazer a avaliação das rachaduras.

O rendimento em madeira serrada ou porcentagem de aproveitamento é a relação entre o volume de madeira serrada produzido e o volume da tora antes do desdobro, expresso em porcentagem. Este coeficiente é afetado pela interação de diversos fatores, sendo os mais importantes o diâmetro, o comprimento, a conicidade, a qualidade das toras e o número de produtos alternativos (Steele, 1984).

Geralmente o rendimento em madeira serrada aumenta com o incremento do diâmetro das toras, porque o volume de toras perdido com costaneiras e aparas é menor em porcentagem em relação ao volume das toras (Wade et al., 1992).

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das toras

Este trabalho foi desenvolvido a partir de um teste de procedências/progênes oriundos de populações naturais de *Eucalyptus urophylla* da Ilha Flores. O teste foi instalado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Anhembi do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP.

Realizou-se um inventário florestal do ensaio e, com base no resultado silvicultural e procurando abranger o maior número de procedências possíveis, foram selecionadas 20 progênes. A seleção fenotípica foi feita em progênes que apresentavam produtividade acima da média do ensaio. De cada cinco procedências foi selecionada somente uma progênie, sendo que o teste foi analisado como blocos casualizados.

As progênes selecionadas foram abatidas, cortando-se a árvore o mais próximo possível do solo, sendo que esta distância não ultrapassou 10 cm. Em cinco procedências foi selecionada somente uma progênie, deste modo o teste foi analisado como blocos casualizados.

Conicidade

A conicidade (cm/m) foi determinada pela diferença entre o diâmetro da base e o diâmetro do topo da tora dividido pelo comprimento da mesma.

Os diâmetros foram mensurados com o auxílio de uma suta, tomando-se duas medidas em cada extremidade e fazendo-se a média destas medidas. A suta tinha sensibilidade de 1 mm. Foram calculadas as conicidades com (Conic1) e sem casca (Conic2).

Rachadura na extremidade da tora

O método utilizado foi desenvolvido por Wilson (1985) adaptado por Schacht (1998). Esta metodologia consiste em escolher a face da tora (geralmente topo) que apresenta a maior rachadura (abertura e comprimento) e classificar o comprimento desta rachadura em relação ao raio da tora em classes com diferentes pesos. Deste modo, as rachaduras são expressas em um índice de rachadura (IR) (Tabela 1). Calculou-se o Índice de rachadura (IR) (%) através da equação 1.

$$IR = \frac{(\sum A_i P_i) \times 100}{pD} \quad (1)$$

Em que:

A_i = Abertura máxima da rachadura (cm) (feita com um paquímetro digital de 0,01 mm de sensibilidade, pertencente à classe de comprimento i ($i = 1, 2, 3$ ou 4);

Tabela 1

Pesos atribuídos às diferentes classes de comprimentos das rachaduras.

(Attributed weights for the different classes of log end splitting)

Classe de comprimento da rachadura	Peso
Comprimento do raio da seção	1,00
Maior que $\frac{3}{4}$ e menor que o raio da seção	0,75
Maior que $\frac{1}{2}$ e menor que $\frac{3}{4}$ da seção	0,50
Maior que $\frac{1}{4}$ e menor que a $\frac{1}{2}$ do raio da seção	0,25

P_i = Peso da rachadura da classe i ;

D = Diâmetro médio da seção de corte (cm);

π = Constante cujo valor é 3,1416.

As rachaduras de extremidades de toras foram avaliadas nos tempos de um, sete e sessenta dias após o abate das árvores. A razão das avaliações terem sido feitas nestas datas são que: com um dia as toras que não racham são selecionadas para a serraria na África do Sul (Malan, 1979); com sete dias, porque na literatura a maioria das rachaduras acontecem até o sétimo dia (Hillis, 1978); e com 60 dias, porque as toras foram desdobradas logo em seguida. Deste modo, estas três avaliações permitiram comparar as metodologias utilizadas no mundo para seleção de árvores para serraria com base na rachadura de extremidade da tora.

Desdobro das toras

As toras foram armazenadas sob aspersor de água de modo a garantir umidade acima do ponto de saturação das fibras até o desdobro

das mesmas, que foi realizado 60 dias após o abate das árvores, em serra de fita simples. O primeiro corte (eliminação da costaneira) foi feito paralelo à casca e os demais, paralelos a este até atingir a medula. Deu-se, então, um giro de 180° na tora e o processo foi repetido do outro lado. As tábuas foram enumeradas para que se pudesse reconstituir a tora e verificar o efeito das tensões de crescimento nas tábuas no sentido radial da tora (Figura 2). Foi deixado um bloco central contendo a medula, com espessura variável, sendo que a média da espessura deste bloco, medido no meio do mesmo, uma vez que este possuía faces não paralelas e extremidade com diferentes espessuras, geralmente afinando numa ponta, foi de 62,02 mm com amplitude de 25,60 a 130 mm. As tábuas foram retiradas com espessura nominal de 2,54 cm.

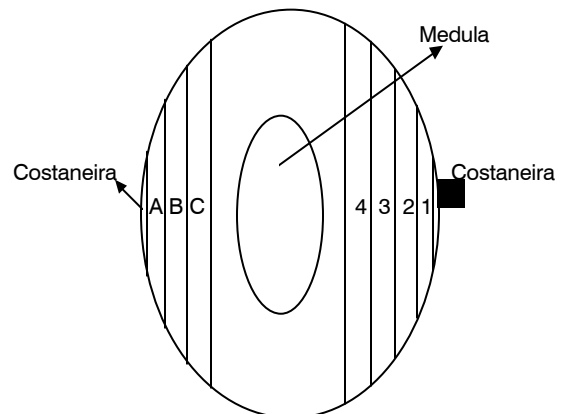


Figura 2

Esquema de desdobro das toras.
(Outline of unfold of the woods).

Os volumes das toras, com e sem casca foram calculados pela fórmula de Newton (Equação 2).

$$V_{\text{toras}} = \left(\frac{p}{24}\right) \times (D_{\text{base}}^2 + 4D_{\text{médio}} + D_{\text{topo}}^2) \times h \quad (2)$$

Em que:

V_{toras} = Volume da tora (m^3);

π = Constante cujo valor é 3,1416;

D_{base} = Diâmetro da base da tora com e sem casca (m);

$D_{\text{médio}}$ = Diâmetro do meio da tora com e sem casca (m);

D_{topo} = Diâmetro do topo da tora com e sem casca (m);

h = Altura (comprimento) da tora (m).

O volume de casca foi calculado pela diferença entre os volumes com e sem casca.

O volume primário (VOLPRI) refere-se ao volume das tábuas e do bloco central e foi obtido pelo produto entre a largura, o comprimento e a espessura das peças (m^3).

O volume secundário (VOLSEC) é o volume das tábuas e do bloco central, descontadas as rachaduras das duas extremidades das peças serradas (m^3) (tensões de crescimento longitudinal).

Rachadura das tábuas e do bloco central

As rachaduras das tábuas e do bloco central foram mensuradas 24 horas após o desdobro das toras. Mediram-se a abertura e o comprimento das maiores rachaduras, nas duas extremidades das peças, a espessura, a largura e o comprimento de cada peça. Todas as dimensões foram mensuradas com auxílio de um paquímetro digital de 0,01 mm de sensibilidade, exceto o comprimento das peças, que foram tomadas com auxílio de uma régua com 1 mm de sensibilidade.

Rendimento em madeira serrada

O rendimento final baseou-se no volume das toras sem casca (VOLTORSC) descontadas todas as perdas (desdobro e tensão de crescimento longitudinal).

A primeira perda aconteceu no desdobro das toras. Desta forma o volume primário (VOLPRI) refletiu o rendimento em madeira serrada sem levar em consideração as tensões de crescimento. As perdas causadas nestas transformações foram em função da conicidade, forma da tora, espessura da serra de corte e folhas operacionais de desdobro.

O volume secundário (VOLSEC) refletiu a influência da tensão de crescimento longitudinal no rendimento em madeira serrada, pois foram computadas as larguras e os comprimentos das peças serradas, livres de rachaduras, conseqüentes da tensão de crescimento longitudinal.

As perdas foram avaliadas em porcentagem porque desta forma eliminaram-se as possíveis distorções em progênies que apresentavam toras com volumes maiores.

A tensão de crescimento longitudinal foi avaliada de forma indireta, isto é, através do rendimento em madeira serrada.

Análises estatísticas

Para análise das toras, considerou-se o modelo matemático da equação 3.

$$Y_{ijk} = m + t_i + b_j + e_{ijk} \quad (3)$$

Em que:

Y_{ijk} : o valor observado na k -ésima tora, no j -ésimo bloco, que recebeu a i -ésima progênie;

m : média geral;

t_i : efeito da i -ésima progênie ($i = 1, 2, \dots, 20$), aleatório;

b_j : efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, 3$), aleatório;

e_{ijk} : erro atribuído a k -ésima tora ($k = 1, 2$), dentro do j -ésimo bloco, que recebeu a i -ésima progênie, aleatório, (Erro).

As análises estatísticas foram feitas no procedimento estatístico PROC GLM, utilizando a soma de quadrados do tipo III, do SAS. Foram verificadas todas as pressuposições para a realização da análise de variância e, quando necessário, os dados foram transformados visando a normalidade dos mesmos, isto é, foram testadas várias transformações para as quais o erro apresentava a curva de distribuição normal, desta forma, obteve-se a normalidade dos erros.

Também foram feitas as correlações fenotípicas das características avaliadas através do procedimento PROC CORR do SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conicidade e rachadura de extremidades de toras

Na Tabela 2 encontram-se os resultados das análises estatísticas das rachaduras de extremidades de tora e da conicidade.

A conicidade média com casca (Conic1) foi de 0,0182 cm/m com amplitude de 0 a 0,0449 cm/m e a conicidade média sem casca (Conic2) foi de 0,0156 cm/m com amplitude de 0 a 0,0428 cm/m. Não houve diferença estatística entre as progênie para a conicidade.

As plantas quando jovens têm a forma de cone e com o passar dos anos tornam-se cilíndricas, isto é, a conicidade diminui com a idade. Grosser (1980) afirma que a conicidade influencia o rendimento em madeira serrada somente quando apresentar valores superiores a 1 cm/m para o diâmetro ou 3 cm/m para a circunferência da tora. Estas progênie estavam com 19 anos quando foram analisadas e nesta idade a conicidade das plantas não apresentou im-

portância econômica, isto é, não influenciou no rendimento em madeira serrada.

A porcentagem estimada de rachadura com um dia (PER1) foi 0,0686% para a média e amplitude de 0 a 0,6161%. Com sete dias (PER7) a média foi de 0,1158% com a mesma amplitude da PER1. Com 60 dias (PER60) teve média de 0,3715% e amplitude de 0,0862 a 1,0610%. Não houve diferença estatística entre as progênie para as rachaduras de extremidades de tora.

Purnell (1988) estudou a variação das rachaduras de extremidades de tora em procedências de *E. nitens* e mensurou estas rachaduras com 2 e 45 dias após o abate das árvores, não encontrando diferença estatística entre as procedências para as rachaduras das toras. As rachaduras com 45 dias foram significativamente maiores que as rachaduras com 2 dias. O autor não correlacionou estas rachaduras com as rachaduras das tábuas.

Malan (1979) trabalhou com *E. grandis* e afirmou que as rachaduras de extremidades de tora se manifestavam em até três dias após o abate das árvores. Para Bariska (1990) esta manifestação se dá em até cinco dias e para Hillis (1978) acontece em até sete dias após o abate das árvores.

Tabela 2

Resumo da análise de variância do inverso da raiz quadrada da porcentagem estimada de rachadura de extremidade de tora com 1 dia ($1/\sqrt{PER1}$) e 7 dias ($1/\sqrt{PER7}$), raiz quadrada da porcentagem estimada de rachadura de extremidade de tora 60 dias após o abate das árvores ($\sqrt{PER60}$), raiz quadrada da conicidade da tora com casca ($\sqrt{Conic1}$) e sem casca ($\sqrt{Conic2}$).

(Summary of the analyses of variance of the inverse of the square root of the dear percentage of log end splitting with 1 day ($1/\sqrt{PER1}$) and 7 days ($1/\sqrt{PER7}$), square root of the dear percentage of log end splitting 60 days after the discount of the trees ($\sqrt{PER60}$), square root of the taper of the log with bark ($\sqrt{Conic1}$) and without bark ($\sqrt{Conic2}$)

FV	GL	QM				
		$1/\sqrt{PER1}$	$1/\sqrt{PER7}$	$\sqrt{PER60}$	$\sqrt{Conic1}$	$\sqrt{Conic2}$
Bloco	2	0,1832	0,4199	0,0067	0,000104	0,000128
Progênie	19	0,7107 ^{ns}	0,4110 ^{ns}	0,0185 ^{ns}	0,001232 ^{ns}	0,000829 ^{ns}
Erro	98	0,7072	0,6211	0,0222	0,000940	0,000940

ns = não significativo

Tabela 3

Resumo da análise de variância para a raiz quadrada da abertura da rachadura na base da tábua ($\sqrt{Aberbas}$), raiz quadrada do comprimento da rachadura na base da tábua ($\sqrt{Compbas}$), raiz quadrada da abertura da rachadura no topo da tábua ($\sqrt{Abertop}$), raiz quadrada dos comprimento da rachadura no topo da tábua ($\sqrt{Comptop}$), raiz quadrada do número de peças por tora (tábuas e prancha central) ($\sqrt{Npeças}$) e raiz quadrada do comprimento da rachadura (base + topo) ($\sqrt{Comprach}$).

(Summary of the analyses of variation of the square root of the opening of the end splitting board in the base of the log ($\sqrt{Aberbas}$), square root of the length of the end splitting board in the base of the log ($\sqrt{Compbas}$), square root of the opening of the end splitting board in the top of the log ($\sqrt{Abertop}$), square root of the length of the end splitting board in the top of the log ($\sqrt{Comptop}$), square root of the number of pieces for log (boards) ($\sqrt{Npeças}$) and square root of the length of the end splitting (base and top) ($\sqrt{Comprach}$)).

FV	GL	QM					
		$\sqrt{Aberbas}$	$\sqrt{Compbas}$	$\sqrt{Abertop}$	$\sqrt{Comptop}$	$\sqrt{Npeças}$	$\sqrt{Comprach}$
Bloco	2	0,000040	0,0086	0,00048	0,0487	0,0280	0,1484
Prog	19	0,000027 ^{ns}	0,0075 ^{ns}	0,00024 ^{ns}	0,0206 ^{ns}	0,1052 ^{ns}	0,0731 ^{ns}
Erro	98	0,000032	0,0080	0,00028	0,0283	0,0854	0,0971

ns = não significativo

Características das peças serradas

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os resultados das análises estatísticas das características das tábuas.

A abertura média da rachadura na base da tábua (Aberbas) foi de 7,5 mm com amplitude de 0 a 60 mm. O comprimento médio da rachadura na base da tábua (Compbas) foi de 22,98 cm com amplitude de 1,30 a 122,10 cm. A abertura média da rachadura no topo da tábua (Abertop) foi de 23 mm com amplitude de 0 a 233mm. O comprimento médio da rachadura no topo da tábua (Comptop) foi de 50,82 cm com amplitude de 0,80 a 257,60 cm. O número

de peças serradas por tora (Npeças) variou de 3 a 9 com média de 5,94. O comprimento médio da rachadura (base + topo) na tábua (Comprach) foi de 70,38 cm com amplitude de 7,00 a 287,00 cm.

A espessura média da tábua (Espess) foi de 30,83 mm com amplitude de 26 a 49 mm. A largura média da tábua (Larg) foi de 17,21cm com amplitude de 6,30 a 24,50 cm. O comprimento médio da tora (Comptor) foi de 4,04 m com amplitude de 3,98 a 4,40 m. O comprimento útil da tora (Computil) foi de 3,33 m com amplitude de 1,15 a 4,00 m.

Tabela 4

Resumo da análise de variância da espessura média da tábua (Espess), largura média da tábua (Larg), comprimento da tora (Comptor) e comprimento da tora livre das rachaduras (Computil).

(Summary of the analyses of variation of the medium thickness of the board (Espess), medium width of the board (Larg), length of the log (Comptor) length of the log free from the end splitting board (Computil).

FV	GL	QM			
		Espess	Larg	Comptor	Computil
Bloco	2	0,000017	0,000093	0,0024	0,7586
Progênie	19	0,000021*	0,001620 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,2359 ^{ns}
Erro	98	0,000010	0,001645	0,0017	0,3180

* = significativo à 5% de probabilidade; ns = não significativo

Tabela 5

Teste t pareado para a rachadura da tábua.
(Tests t for the end splitting board)

Característica	Diferença mínima			
	Base	Topo	Significativa	Probabilidade t
Abertura da rachadura (mm)	7,4832	22,9756	6,40	0,0001
Comprimento da rachadura (cm)	23,9456	50,8203	3,49	0,0001

Não houve diferença estatística entre as prógenies para nenhuma destas características, exceto para a espessura das tábuas; isto aconteceu devido a um problema na serra de fita durante o desdobro de uma tora. As rachaduras foram significativamente maiores no topo do que na base da tora, conforme a Tabela 5.

As Figuras 3 e 4 mostram as variações radiais das rachaduras de extremidades de tábua.

Na Figura 3 observa-se que a abertura da rachadura foi maior no topo do que na base da tábua. A abertura da rachadura foi máxima na região da medula e desprezível nas proximidades da casca.

Nota-se na Figura 4 que o comprimento da rachadura foi maior no topo do que na base da tábua e que próximo à casca as tábuas não racharam, enquanto que, próximo à medula o comprimento da rachadura foi máximo, o que está de acordo com a teoria do Boyd (1950b). Resultados parecidos foram encontrados por outros pesquisadores (Fernandes, 1982 e Schacht, 1998).

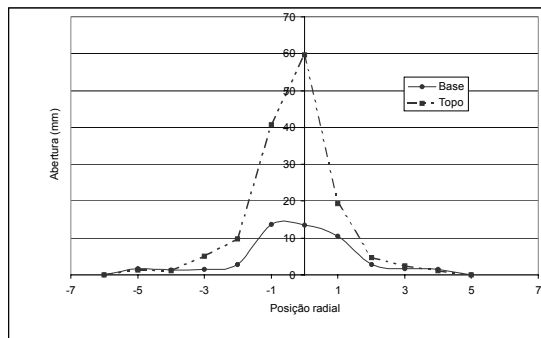


Figura 3

Varição radial da abertura da rachadura de extremidade de tábua.
(Radial variation of the opening of the end splitting board).

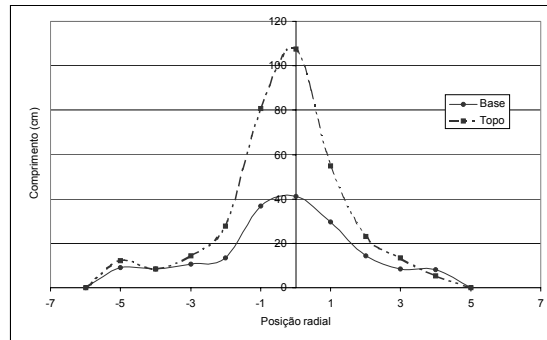


Figura 4

Varição radial do comprimento da rachadura de extremidade de tábua.
(Radial variation of the length of the end splitting board).

Rendimento em madeira serrada

Na Tabela 6 encontram-se as análises estatísticas dos volumes.

O volume médio da tora com casca (Voltorcc) foi de 0,2744m³ com amplitude de 0,0889 a 0,7272m³; o volume médio da tora sem casca (Voltorsc) foi de 0,2416m³ com amplitude de 0,0811 a 0,6441m³ e o volume médio de casca (Volcasc) foi de 0,0328m³ (11,95%) com amplitude de 0,0078 a 0,0939m³. O volume primário médio, isto é, aquele obtido pela transformação da tora em tábuas (Volpri) foi de 0,1378m³ com amplitude de 0,0340 a 0,4540m³, isto significa uma perda média na transformação da tora em madeira serrada de 43,09%. O volume secundário médio [Volume das tábuas descontadas as perdas devido às rachaduras (Volsec)] foi de 0,0992 m³ com amplitude de 0,0240 a 0,1990m³, significando uma perda de 24,40% devido às tensões de crescimento longitudinal. Deste modo o rendimento final médio (descontadas as perdas do desdobro e das

Tabela 6

Resumo da análise de variância do inverso da raiz quadrada do volume da tora com casca ($\frac{1}{\sqrt{\text{Volorcc}}}$) e sem casca ($\frac{1}{\sqrt{\text{Volorsc}}}$), raiz quadrada do volume da casca ($\sqrt{\text{Volcasc}}$), raiz quadrada do volume das tábuas ($\sqrt{\text{Volpri}}$), raiz quadrada do volume das tábuas livre da tensão de crescimento longitudinal ($\sqrt{\text{Volsec}}$).

(Summary of the analyses of variation of the inverse of the square root of the volume of the log with bark ($\frac{1}{\sqrt{\text{Volorcc}}}$) and without bark ($\frac{1}{\sqrt{\text{Volorsc}}}$), square root of the volume of the bark ($\sqrt{\text{Volcasc}}$), square root of the volume of the boards ($\sqrt{\text{Volpri}}$), square root of the volume of the boards free from the longitudinal growth stress ($\sqrt{\text{Volsec}}$).

FV	GL	QM				
		$\frac{1}{\sqrt{\text{Volorcc}}}$	$\frac{1}{\sqrt{\text{Volorsc}}}$	$\sqrt{\text{Volcasc}}$	$\sqrt{\text{Volpri}}$	$\sqrt{\text{Volsec}}$
Bloco	2	0,01165	0,0066	0,0014	0,000048	0,0048
Prog	19	0,09904 ^{ns}	0,1118 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	0,005043 ^{ns}	0,0034 ^{ns}
Erro	98	0,11462	0,1361	0,0018	0,005738	0,0033

ns = não significativo

tensões de crescimento longitudinal) foi de 42,53% com amplitude de 12,64 a 83,53%. Não houve diferença estatística entre as progênie para nenhum dos volumes, portanto, a seleção de material para serraria deve ser exclusivamente baseada em parâmetros silviculturais (volume e forma da árvore). Entretanto, a grande amplitude de variação dos volumes, reflete que este material é selvagem e apresenta grande potencial de seleção e melhoramento para a serraria. Esta seleção deverá basear-se em indivíduos, independente da procedência ou progênie.

O rendimento em madeira serrada encontrado no presente trabalho, está de acordo com vários trabalhos publicados (Villiers, 1973; Freitas e Brito Neto, 1993; Sanches Acosta, 1995; Miranda, 1997; Carvalho, 2000; Rocha, 2000). Porém, estes trabalhos não detalharam as porcentagens de cada perda e além disso, o rendimento em madeira serrada sofre influência do tipo de serra, reaproveitamento de aparas e costaneiras e da metodologia utilizada na avaliação do rendimento em madeira serrada.

Correlações fenotípicas

Foram testadas as correlações de todas as variáveis estudadas.

A conicidade de tora com casca só se correlacionou com a conicidade de tora sem casca ($R = 0,9323$ com 0,01% de probabilidade).

Não houve correlação com as demais características.

Os índices de rachaduras de extremidades de tora (PER1, PER7 e PER60) apresentaram fracas correlações entre si, com exceção da PER1 com a PER7 ($R = 0,7537$ com 0,01% de probabilidade). Não houve correlação desses índices com as demais características.

Não houveram correlações das rachaduras de extremidades de tora ou das rachaduras de extremidades de tábua com o diâmetro. Mesmo resultado foi encontrado por outros pesquisadores (Nicholson, 1973; Villiers, 1973; Fernandes, 1982; McKimm, 1985; Combes et al., 1997; Schacht, 1998; Lopes, 2000). A falta de correlação entre as rachaduras das toras com as peças serradas, indicam que esta não é uma boa característica para seleção de árvores para serraria.

Os resultados das correlações entre as rachaduras de extremidades das peças serradas estão na Tabela 7.

Observa-se na Tabela 7 que a abertura das rachaduras se correlacionou bem com o seu respectivo comprimento, base com base e topo com topo. A correlação da base com o topo foi fraca. O comprimento da rachadura apresentou correlação melhor que a abertura, com o comprimento útil da tábua. As correlações nos topos foram melhores do que as correlações das bases das tábuas.

Tabela 7

Correlações entre as rachaduras de extremidades de peças serradas.
(Correlations among end splitting board of sawed pieces)

Variável	Compba1	Compra1	Larg	Comput	Compto1	Espess3a
Aberba1	0,9413	0,6447		-0,6308		
Compba1	-----	0,7225	0,5133	-0,6953		
Aberto1		0,8886		-0,8880	0,9522	
Compto1		0,9452		-0,9267		
Npeças1			0,7352			0,5171
Compra1				-0,9775		

Obs: Correlações fenotípicas com 0,01% de significância e valores de R acima de 0,5000.

Em que:

Aberba1 = raiz quadrada da abertura da rachadura na base da tábua;

Compba1 = raiz quadrada do comprimento da rachadura na base da tábua;

Aberto1 = raiz quadrada da abertura da rachadura no topo da tábua;

Compto1 = raiz quadrada do comprimento da rachadura no topo da tábua;

Npeças1 = raiz quadrada do número de peças por tora (tábuas e prancha central);

Compra1 = raiz quadrada do comprimento da rachadura (base + topo).

O comprimento da rachadura (compra1) só se correlacionou com o comprimento útil das peças serradas. Nenhuma outra correlação significativa foi observado e nenhuma destas correlações têm aplicação prática.

Os volumes tiveram boas correlações entre si e não se correlacionaram com as demais características. Isto é interessante porque significa que produtividade da árvore não influencia as tensões de crescimento e, consequentemente, permitem seleção e melhoramento para ambas características simultaneamente ou independentemente.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- ✓ A toras apresentaram baixa conicidade, o que não influenciou no rendimento em madeira serrada.
- ✓ Não houve correlação entre o diâmetro e as rachaduras nas extremidades das toras ou das tábuas serradas, portanto não houve correlação do diâmetro com as tensões de crescimen-

to. A independência destas características permite a realização de seleção baseada em produtividade e programas de melhoramentos para ambas as características simultaneamente ou independentemente.

✓ As rachaduras nas extremidades das toras não têm correlação com as rachaduras das extremidades das tábuas, portanto não devem ser utilizadas como critério de seleção de árvores para a serraria.

✓ As tensões de crescimento são maiores no topo que na base das toras e podem causar perdas em madeira serrada superiores a 20%.

✓ O rendimento em madeira serrada foi bom, pois é compatível com outras espécies de *Eucalyptus* tradicionalmente exploradas em serrarias.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

LAERTE SCANAVACA JÚNIOR é Pesquisador da EMBRAPA Mandioca e Fruticultura – Caixa Postal 007 – Bairro Vitória – Cruz das Almas, BA – 44380-000 – E-mail: laerte@cnpmf.embrapa.br

JOSÉ NIVALDO GARCIA é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Caixa Postal 9 – Piracicaba, SP – 13400-970 – E-mail: jngarcia@esalq.usp.br

Os autores agradecem o apoio financeiro da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), sem o qual não seria possível a publicação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARISKA, M. A method for predicting timber quality in Eucalypts. In: MANAGEMENT OF *EUCALYPTUS GRANDIS* IN SOUTH AFRICA, Stellenbosh, 1990. **Proceedings**. Stellenbosh: Southern African Institute of Forestry, 1990. p.215-228.
- BOYD, J.D. Relation between fibre morphology, growth strain and physical properties of wood. **Australian forest research**, v.10, n.4, p.337-360, 1980.
- BOYD, J.D. Tree growth stresses: 1- growth stresses evaluation. **Australian journal of science research**, v.3, p.270-293, 1950a.
- BOYD, J.D. Tree growth stresses: 2- the development of shakes and other visual failures in timber. **Australian journal of applied science**, v.1, p.296-312, 1950b.
- 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**. Piracicaba, 2000. 129p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- COMBES, J.G.; BOUVET, J.M.; BAILLERES, H. Analyses of growth, morphological and wood properties traits in ortet populations of *Eucalyptus* in the Congo. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, Salvador, 1997. **Anais**. Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1997. v.3, p.37-42, 1997.
- FERNANDES, P.S. **Variação da densidade básica da madeira e suas relações com as tensões de crescimento em progênies de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**. Piracicaba, 1982. 85p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.
- FREITAS, A.R.; BRITO NETO, O. Os avanços tecnológicos no processamento e uso de produtos florestais: produção de madeira serrada de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, Curitiba, 1993. **Anais**. São Paulo: SBS/SBEF, 1993. v.3, p.293-295.
- GROSSER, D. Defeitos da madeira. **Série técnica FUPF**, n.2, p.1-62, 1980.
- HILLIS, W.E. Wood quality and utilization. In: HILLIS, W.E.; BROWN, A.G. **Eucalypts for wood production**. Adelaide: CSIRO, Division of Forest Research, 1978. cap.12, p.259-289.
- LOPES, G.A. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, de Itatinga, associada aos padrões de casca apresentados pela população**. Piracicaba, 2000. 74p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- MALAN, F.S. The control of end splitting in saw logs: a short literature review. **South African forestry journal**, n.109, p.14-18, 1979.
- McKIMM, R.J. Characteristics of the wood of young fast-grown trees of *Eucalyptus nitens* Maiden with special reference to provenance variation: 1- variation in growth, strain and density associated with provenance. **Australian forest research**, v.15, n.2, p.207-218, 1985.
- MIRANDA, M.J.A.C. **Estudo da influência do espaçamento de plantio de *Eucalyptus saligna* Smith no rendimento em madeira serrada, nas condições verde e seca**. Piracicaba, 1997. 177p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.
- NICHOLSON, J.E. Growth stresses differences in *Eucalyptus*. **Forest science**, v.19, n.3, p.169-174, 1973.
- NICHOLSON, J.E.; HILLIS, W.E.; DIRCHBURNE, N. Some tree growth: wood property relationships of eucalypts. **Canadian journal of forest research**, v.5, n.3, p.424-432, 1975.
- PURNELL, R.C. Variation in wood properties of *Eucalyptus nitens* in a provenance trial on the Eastern Transvaal Highveld in South Africa. **South African forestry journal**, n.144, p.10-22, 1988.
- ROCHA, M.P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. Curitiba, 2000. 184p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.

- SANCHES ACOSTA, M. Experiência argentina en el uso de la madera de eucalipto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo, 1995. **Anais**. Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p.74-91.
- SCHACHT, L. **Variação de caracteres e suas implicações para o melhoramento genético da madeira serrada em *Eucalyptus urophylla***. Piracicaba, 1998. 61p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- STEELE, P.H. Factors determining lumber recovery in sawmilling. **USDA. Forest Service. FPL general technical report**, n.34, p.1-8, 1984.
- VILLIERS, A.M. Utilization problems with some eucalypts in South Africa. In: INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS, 5, Pretoria, 1973. **Proceedings**. Pretoria: IUFRO, 1973. v.2, p.238-255.
- WADE, M.W.; BULLARD, S.H.; STEELE, P.H.; ARAMAN, P.A. Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics. **Forest products journal**, v.42, n.11/12, p.21-26, 1992.
- WILKINS, A.P. Nature and origin of growth stresses in trees. **Australian forestry**, v.49, n.1, p.56-62, 1986.
- WILSON, P.J. Splitting studies on logs of *Eucalyptus macarthurii*, *E. elata*, and *E. radiata*. **Annual Report. Institute for Commercial Forestry Research**, p.135-142, 1985.