

Influência do desbaste nas tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden

Influence of thinning on the *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden growth stress

Israel Luiz de Lima
José Nivaldo Garcia
Maria Cristina Stolf Nogueira

ABSTRACT: In an eighteen-year old *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden population, five plots of an experiment managed according to the CCT (Correlated Curve Trend) thinning method were evaluated. The variable studied was the tree growth stress evaluated indirectly through the log and lumber end splitting and lumber deflection characteristics. The log end splitting indexes were similar to the 50% and 67% of thinning intensities. However they were significantly different and bigger than those obtained from the other treatments. They were also smaller in the lowest tree position. The thinning did not influence lumber end splitting index. It also did not change from one position to another. The thinning benefited lumber deflection. It was smaller in the highest thinning intensity and it was bigger in the highest tree position. Log end splitting indexes were determined according to four different methodologies. A different result was obtained from each one of them. However all of them can be considered useful for predicting the lumber end splitting.

KEYWORDS: *Eucalyptus*, Thinning, Growth stress, Log splitting, Lumber splitting

RESUMO: Em uma população de *E. grandis*, de dezoito anos de idade, foram avaliadas cinco parcelas de um experimento de desbastes manejado pelo método CCT (Correlated Curve Trend). A variável estudada foi a tensão de crescimento, através da deformação de crescimento que se expressa na forma de rachaduras de extremidades de tora e rachaduras e empenamentos de peça serrada. Todas essas variáveis foram tomadas nas posições base, meia altura e topo da altura comercial, para possibilitar o estudo da variação da tensão de crescimento ao longo da altura da árvore. Foi verificado que somente a intensidade de 83% de desbaste diferiu da testemunha para a variável empenamento. Para as rachaduras de extremidades de tora, somente as intensidades de desbaste 50% e 67%, que foram similares, diferiram significativamente apenas da testemunha. As rachaduras de extremidades de peça serrada úmida não foram influenciadas pelas diferentes intensidades de desbaste. As rachaduras de extremidades de tora foram quantificadas por quatro metodologias diferentes. Todas elas produziram índices completamente diferentes entre si mas todas elas podem ser consideradas úteis na predição do comprimento longitudinal de rachaduras de extremidades de peças serradas úmidas e/ ou secas.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus*, Desbastes, Tensão de crescimento, Rachaduras de tora, Rachaduras da madeira serrada

INTRODUÇÃO

As tensões de crescimento são forças desenvolvidas no interior do tronco de árvores vivas (Jacobs, 1945). Essas forças originam-se na região cambial, durante a maturação das células. Nessa fase as células tendem a contrair-se longitudinalmente e, ao mesmo tempo, expandir-se transversalmente. Uma das conseqüências desse fenômeno complexo é o estado de tensão de tração que surge no sentido longitudinal e tensão de compressão no sentido tangencial (Wilhelmy e Kubler 1973). Elevadas tensões de crescimento tendem a provocar, além das conhecidas rachaduras de extremidade de tora, também as rachaduras e empenamentos das peças serradas.

Os índices que refletem o nível de tensões de crescimento apresentam três padrões de variação com a altura da árvore. Uma das tendências é a de diminuir com a altura, Chafe (1985); Purnell (1988); Gaiotto (1993); Schacht (1998); Del Menezzi (1999), outra é a de aumentar até o meio da árvore e a partir desse ponto diminuir (Yao, 1979 e Malan, 1984) e, a última, de aumentar com a altura (Chafe, 1981).

Existem poucas informações a respeito da influência de desbastes no nível de tensão de crescimento (Malan, 1979). Polge (1981) observou que desbastes intensos em uma população de "beech" reduziram o nível tensão de crescimento.

Ferrand (1983), estudando o efeito dos desbastes no nível de deformação de crescimento em *E. delegatensis* e *E. nitens*, verificou que desbastes moderados não influenciaram o nível de deformação de crescimento. Entretanto, desbastes intensos e precoces reduziram o nível de deformação de crescimento. O nível de deformação de crescimento parece ser fortemente relacionado com a competição entre árvores. Isso pode ser verificado, comparando-se a área basal do povoamento e o nível de deformação de crescimento.

Enquanto as intensidades de desbastes não provocarem reorientação das copas das árvores, eles poderão diminuir o nível de tensão de crescimento. Entretanto, quando as intensidades de desbaste forem muito rigorosas, fato que pode provocar novas orientações das copas das árvores, então o nível de tensão de crescimento pode ser aumentado. Kubler (1987).

Wilkins e Kitahara (1991) avaliaram os efeitos de desbastes em *E. grandis* no nível de deformações periféricas de crescimento e concluíram que houve um aumento na taxa de crescimento aliado a uma diminuição no nível de deformações periféricas de crescimento.

Wilson (1985) observou, seis semanas após o corte das toras, um aumento da intensidade de rachaduras com o aumento do diâmetro para o *E. macarthurii* e presumiu que isso foi devido ao aumento da proporção da lenho inicial em relação ao lenho tardio, uma vez que nessa espécie e também na *E. elata* o lenho inicial é mais suscetível ao colapso.

Shield (1995) considera que o aumento do diâmetro da tora, seja através de desbastes ou da extensão da rotação, diminui o efeito da tensão de crescimento. Entretanto, isto é atribuído a uma diminuição do gradiente de tensão com o aumento do diâmetro e não à diminuição propriamente dita da intensidade da tensão.

Entre os métodos de desbastes utilizados para a produção de madeira para serraria, destaca-se o método CCT (Correlated Curve Trend). Segundo Marsch (1957) e Hiley (1959), esse método foi introduzido por Craib e formulado detalhadamente por O'Connor. Nos últimos 50 anos vem sendo desenvolvido na África do Sul. O CCT vem destacando-se pelos bons resultados que tem apresentado na produção de madeira serrada. Basicamente o método consiste no estabelecimento progressivo de oito tratamentos representando as densidades

populacionais de 100%, 50%, 33,3%, 25%, 16,7%, 12,5%, 8,3% e 4,2%, as quais permanecem até o final da rotação. O seu princípio básico é o de evitar que o povoamento entre em competição, permitindo, portanto, que as árvores cresçam livremente em ritmo acelerado. Esse método permite obter-se madeira mais homogênea e estável, além de maior produção de madeira. Maiores detalhes do método estão em Marsch (1957), Hiley (1959) e Gadow e Bredenkamp (1992).

Malan e Hoon (1992) analisaram um povoamento de *E. grandis* aos 34 anos de idade, manejado pelo CCT na África do Sul, em diferentes séries de desbastes sucessivos. Concluíram que os desbastes gradativos não tive-

ram uma tendência sistemática de reduzir ou aumentar os níveis de tensões de crescimento.

O objetivo do presente trabalho foi o de estudar a influência da intensidade de desbaste nos níveis de tensão de crescimento, atuantes em diferentes alturas das árvores de *E. grandis*. As tensões de crescimento foram avaliadas por parâmetros tecnológicos conseqüentes dos deslocamentos que ocorrem por ocasião da liberação das tensões de crescimento, antes equilibradas.

Os indicadores tecnológicos foram obtidos segundo os métodos propostos por diversos autores estudiosos do assunto, dos quais quatro foram estudados e comparados.

METODOLOGIA

Utilizou-se, no presente trabalho, uma população de *E. grandis* Hill ex-Maiden, de 18 anos de idade, que se desenvolveu sobre um Latossolo Vermelho Amarelo, transição para Areia Quartzosa, localizada em Bofete, no Estado de São Paulo.

A população possuía, inicialmente, uma densidade populacional de 2220 árvores/ha plantadas sob espaçamento de 3,0 m x 1,5 m. O manejo adotado foi o do método CCT (Correlated Curve Trend), conforme Hiley (1959), e que consistiu no estabelecimento progressivo de cinco tratamentos representando as

densidades populacionais de 2220 ; 1110; 740; 555 e 370 árvores/ha. Cada tratamento, que permanece até o final da rotação, foi utilizado para proceder aos desbastes dos tratamentos subseqüentes. A seqüência dos desbastes efetuados está indicada na Tabela 1.

Pelo fato dos diversos tratamentos comportarem um número diferenciado de árvores, para o corte final, estabeleceram-se parcelas de tamanho variável, desde 225 m² correspondente à parcela 1, até 1080 m² correspondente à parcela 5.

Tabela 1. Tratamentos Aplicados dentro do Experimento CCT.

(Treatments of the CCT trial).

Desbaste (% de árvores retiradas)	ano 0 1º desb	ano 3 2º desb	ano 4 3º desb	ano 6 4º desb	ano 7	nº arv./ha aos 18 anos*
0	2220	2220	2220	2220	2220	1511
50	2220	1110	1110	1110	1110	978
67	2220	1110	740	740	740	770
75	2220	1110	740	555	555	583
83	2220	1110	740	555	370	360

*As diferenças entre as densidades populacionais programadas e atuais são devidas à mortalidade natural ou fatores específicos das condições locais.

Inicialmente realizou-se um inventário do experimento e, a partir da distribuição diamétrica obtida, definiu-se a classe de DAP (diâmetro à altura do peito) medido a 1,30 m do nível do solo, compreendida pelo limites 25 e 30 cm, como aquela representativa de todas as intensidades de desbaste. Na Figura 1, estão representadas as distribuições diamétricas das populações em estudo e seus respectivos erros padrão da média.

Avaliaram-se vários delineamentos no decorrer deste trabalho para analisar o experimento em questão, sendo todos eles baseados na amostragem de três árvores pertencentes à classe definida acima e dentro de cada uma das intensidades de desbastes mostradas na Tabela 1.

Estudaram-se, portanto, um total de quinze árvores, uniformizando-se o diâmetro para evitar a influência de sua variação sobre os caracteres em estudo.

De cada uma das quinze árvores amostraram-se três toras de 2,5 m de comprimento, sendo uma da região basal, outra da meia altura do fuste e outra da região apical limitada pela altura comercial, correspondente ao diâmetro comercial de 20 cm, normalmente indicado para serraria. Totalizaram-se então quarenta e cinco toras, as quais tiveram as suas extremidades cobertas com sacos plásticos, para minimizarem-se as perdas de umidade natural e, conseqüentemente, suavizar os efeitos da secagem nas rachaduras de extremidade de tora.

O sistema de desdobro utilizado foi o método do bloco central, em que são retiradas duas costaneiras opostas, simultaneamente numa serra de fita geminada, sendo o bloco resultante resserrado numa serra circular múltipla.

Durante o desdobro das toras procedeu-se à necessária e cuidadosa identificação de cada peça produzida, no que se refere à sua origem

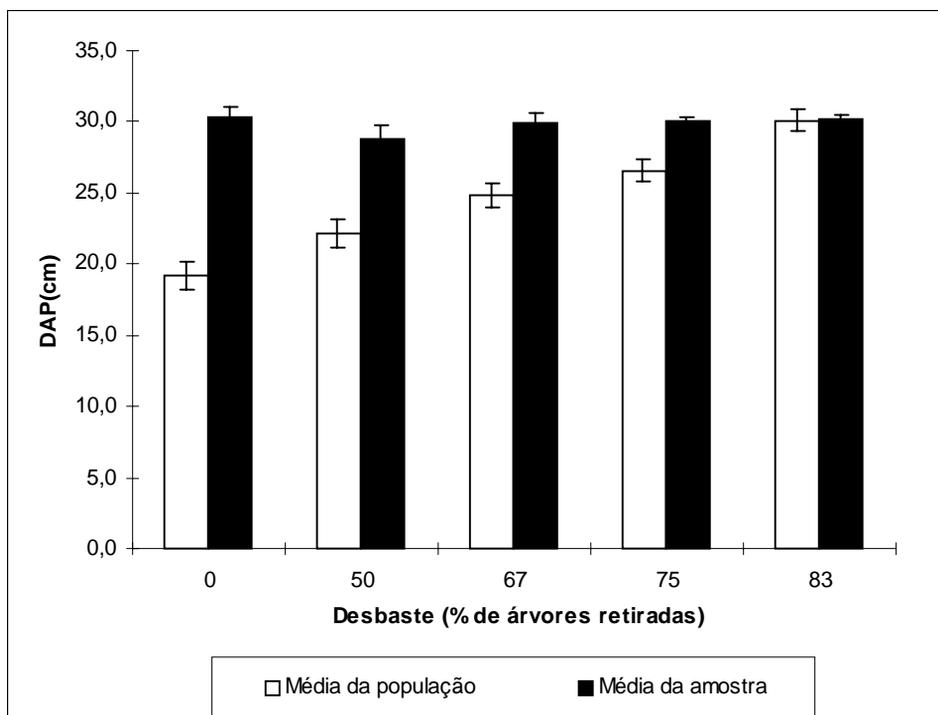


Figura 1. Distribuição de DAP em função da intensidade de desbaste.

(DBH distribution due to thinning intensity).

e o seu posicionamento espacial no interior da árvore, visando os estudos de variações longitudinais de algumas variáveis.

Todas as operações de derrubada das árvores, seccionamento em toras, colocação dos sacos plásticos, identificação do material e transporte foram rigorosamente planejadas para que todos os tratamentos fossem desdobrados num tempo aproximado de 48 horas após o abate. Este planejamento levou em conta a possibilidade de que as operações envolvidas pudessem ser absorvidas pela empresa em sua produção comercial.

As variáveis estudadas foram as seguintes:

a) Índice de rachaduras de extremidades de tora (IR).

Antes da operação de desdobro, retiraram-se os sacos plásticos das extremidades da tora e logo após foram medidos o comprimento e a abertura de cada rachadura, de cada uma das extremidades das toras. Para a obtenção do IR

utilizaram-se as quatro metodologias dadas pelas equações (1) a (4), apresentadas em Lima (2000).

b) Índice de rachaduras de extremidades de peça serrada úmida (IRPU), calculado pela equação (1), seguindo-se o procedimento:

$$IRPU = I_1 + I_2 \quad (1)$$

onde:

IRPU = Índice de rachaduras de extremidades de peça serrada úmida;

I_1, I_2 = rachaduras respectivas das extremidades 1 e 2 da peças (cm).

c) Encurvamento (EC).

O encurvamento é um dos tipos de empenamentos que ocorrem na madeira serrada. É definido como a curvatura ao longo do comprimento da peça de madeira medida num plano perpendicular à face. É também conhecido como empenamento longitudinal da face. O encurvamento foi medido de acordo com a metodologia detalhada em Schacht (1998).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, está apresentado o resultado geral da análise de variância efetuada para a variável IR, considerando-se o delineamento de parcelas subdivididas (split plot), sendo as árvores tidas como blocos, dado cada desbaste e as posições consideradas como parcelas e as metodologias como subparcelas.

A análise de resíduos, para os dados de IR, indicou ausência de normalidade dos dados. Com o objetivo de ter este pressuposto do teste atendido, aplicou-se a transformação dos dados, utilizando-se a equação (2), que é uma transformação potência (Box e Cox, 1964).

$$IR = \left[\frac{do^{0,2} - 1}{0,3344} \right] + 2 \quad (2)$$

Onde:

IR = dado transformado;

do = dado original.

Tabela 2. Análise de variância, em parcela subdividida, para o índice de rachaduras de extremidades de tora (IR).

(Split plot variance analysis for log end splitting (IR)).

Causa de Variação	GL	F	Prob>F
Árvore[Desbaste]	10	7,22	0,0046*
Desbaste	4	2,83	0,0516*
Posição	2	21,53	0,0001*
Desbaste x Posição	8	1,17	0,3655*
Resíduo (A)	20		
Parcela	44		
Métodos	3	223,98	0,0001
Desbaste x Método	12	2,16	0,0203
Método x Posição	6	2,49	0,0278
Desb x Met x Pos	24	0,75	0,7893
Resíduo (B)	90		
Subparcela	179		

(*) Graus de liberdade referentes ao quadrado médio do resíduo (A)

Nas Figuras 2 a 5 encontram-se os resultados dos IR_s respectivamente obtidos pelas metodologias C_{aj} , M_{aj} , W e P e suas variações

com as posições verticais das toras (base, meia altura e topo).

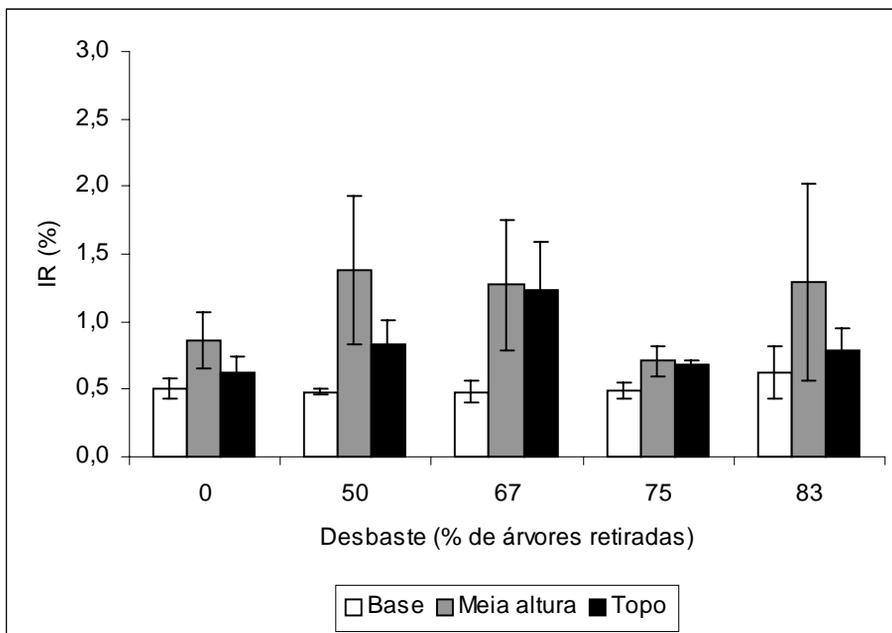


Figura 2. Índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Conrادية ajustada (Caj), para o *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* log end splitting (IR) obtained by adjusted Conrادية's methodology (Caj)).

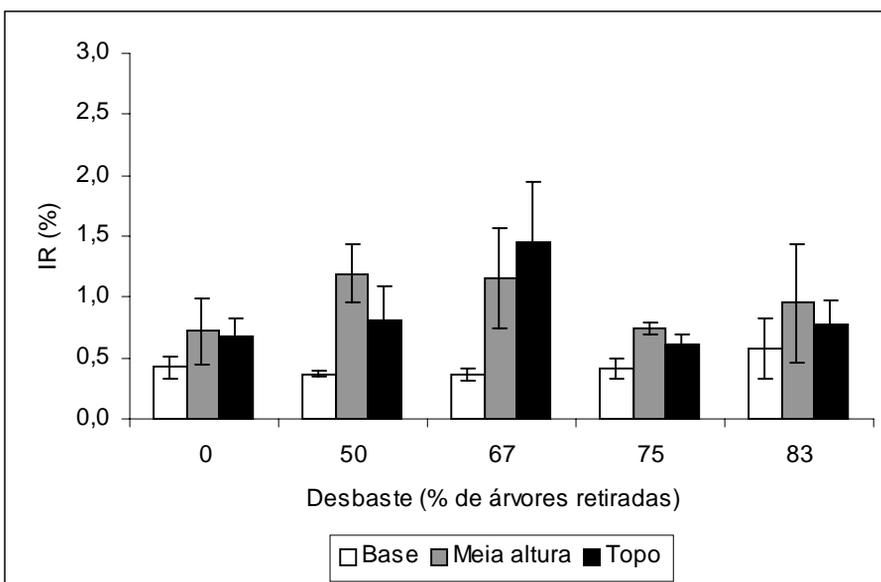


Figura 3. Índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Malan ajustada (Maj), para o *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* log end splitting (IR) obtained by adjusted Malan's methodology (Maj)).

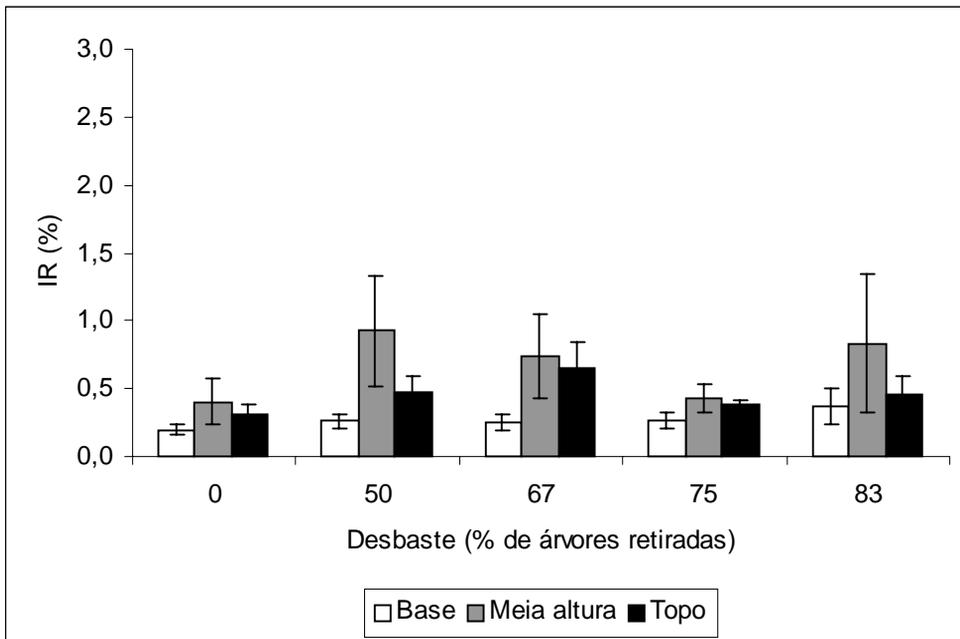


Figura 4. Índices de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Wilson (W), para o *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* log end splitting (IR) obtained by Wilson's methodology (W)).

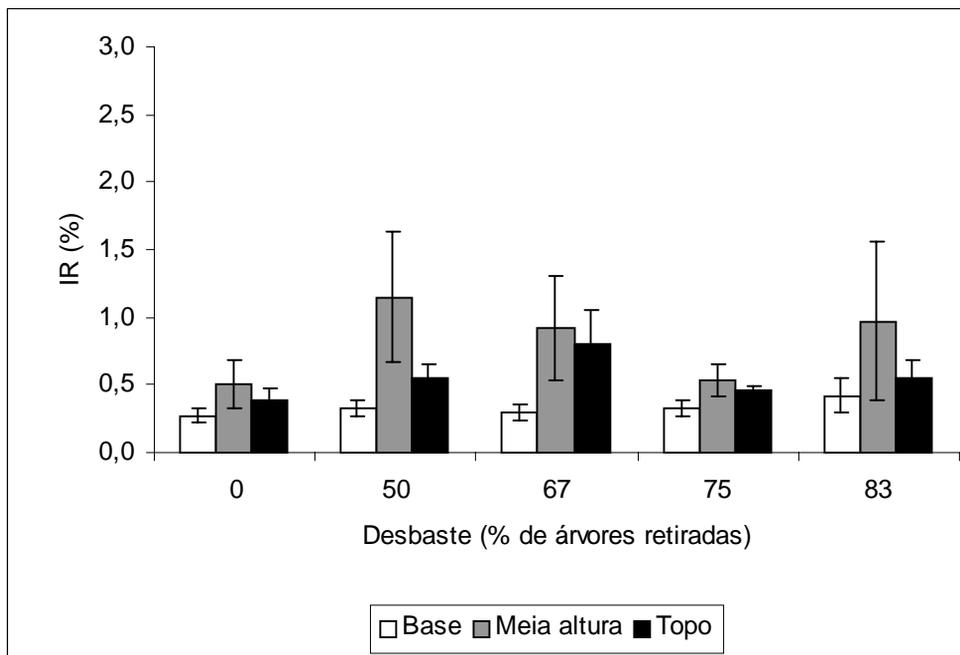


Figura 5. Índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia proposta (P), para o *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* log end splitting (IR) obtained by the proposed methodology (P)).

De acordo com os resultados apresentados na análise de variância, observou-se que as diferentes intensidades de desbaste apresentaram efeitos significativos sobre o valor do IR(%), ressaltando que o estudo refere-se a uma mesma classe de DAP, em diferentes condições de competição.

O IR variou de 0,49(%) a 0,80(%) na testemunha, na intensidade de 67% de desbaste. Porém, somente as intensidades de desbaste 50% e 67% diferiram da testemunha, enquanto que as outras não diferiram entre si.

O IR(%) diferenciou-se significativamente, nas diferentes posições das toras. Isso indica que o IR sofre influência da posição ao longo da altura da árvore. Observou-se que, nas toras correspondentes à meia altura comercial, os valores de IR foram maiores e, na posição base, foram menores. Os valores médios de IR foram de 0,39% na tora da base; 0,67% na tora do topo e 0,88% na tora do meio. No topo e à meia altura os resultados são estatisticamente semelhantes, entretanto foram significativamente piores que na base.

Com relação às metodologias verificou-se que existem diferenças estatísticas entre elas, ou seja, as metodologias produzem diferentes valores de IR. Os valores variaram de 0,46% na metodologia W a 0,82% da metodologia C_{aj}. Esses valores são estatisticamente diferentes entre si.

Constatou-se que não houve interação entre a intensidade de desbastes e a posição vertical da tora, o que demonstra que o padrão de variação de IR, da base para o topo, é idêntico para todos os tratamentos. O mesmo foi verificado para a interação intensidade de desbaste x métodos x posição vertical da tora.

Entretanto, as interações desbaste x método e método x posição, foram significativas. Isso significa que as metodologias de cálculo de IR não mantêm as suas posições relativas em todos os desbastes ou posições. Foi verifi-

cado que a metodologia M_{aj} foi a responsável por esse comportamento.

Na Tabela 3, está mostrado o resultado da análise de variância efetuada para as variáveis IRPU e EC.

Tendo como base os resultados da análise de variância, realizaram-se as seguintes observações: os valores de IRPU variaram de 17,98 cm, na intensidade de desbaste de 75%; a 25,97cm, na intensidade de 67%. Entretanto não foram significativamente diferentes, fato que reflete uma alta variação dentro de cada tratamento.

Também não ocorreu efeito significativo das diferentes posições verticais no IRPU. Os valores foram de 19,42 cm na tora do topo; 22,58 cm na tora da base e 24,99 cm na tora do meio.

Não ocorreu interação significativa entre a posição da tora e a intensidade de desbaste, mostrando que o padrão de variação ao longo da altura é o mesmo em qualquer intensidade de desbaste.

A causa de variação árvore [desbaste] foi significativa apenas ao nível de 7% de probabilidade, mas esse fato não deve tirar a importância da variação observada entre árvores. Atribui-se a algum erro decorrente do processo industrial de desdobro a responsabilidade por essa baixa significância. Depreende-se, por-

Tabela 3. Análise de variância para o índice de rachaduras de peça serrada úmida (IRPU) e encurvamento de peça serrada úmida (EC).

(Variance analysis for the green board end splitting (IRPU) and green board deflection (EC)).

Causa de Variação	GL	Prob>F	
		Variável IRPU	Variável EC
Desbaste	4	0,25	0,03
Árvore[Desbaste]	10	0,07	0,36
Posição	2	0,14	0,001
Desbaste*Posição	8	0,92	0,02
Resíduo	20		

tanto, ser necessário um trabalho de desdobro mais refinado, para isolar esse erro não controlado.

Na Figura 6 está indicada a variação vertical, dada pelas posições das toras na árvore, da variável índice de rachaduras de peça serrada úmida (IRPU), dentro de cada intensidade de desbaste.

Verificaram-se diferenças significativas entre as diferentes intensidades de desbaste. Os valores de EC variaram de 7,22 mm na intensidade 83% a 10,73 mm na intensidade 0%. Porém, somente houve diferenças entre as intensidades 0% e 83% de desbaste.

Com relação à posição da tora na árvore, verificou-se que as toras do topo diferiram das toras da base e meio, porém as toras da base não diferiram das do meio. Os valores variaram de 7,34 mm na tora do meio a 10,52 mm na tora do topo.

Também verificou-se que houve interação da intensidade de desbaste com a posição ver-

tical da tora, indicando existir uma dependência, não definida, entre os efeitos dos fatores.

A Figura 7 representa, graficamente, os resultados dos valores médios de encurvamento das peças (EC) em função das diferentes intensidades de desbastes e posições verticais (base, meia altura e topo) e seus respectivos erros padrão da média.

Sendo as variáveis apresentadas nesse trabalho consideradas como indicadoras dos níveis de tensões de crescimento das árvores, verificou-se que houve influência da intensidade de desbaste no nível de tensões de crescimento do *E. grandis*. Essa influência não foi, contudo, muito marcante. As rachaduras de extremidades de tora foram similares em todas as intensidades de desbaste exceto na testemunha, onde ocorre um valor menor mas estatisticamente diferente apenas das intensidades 50% e 67%. As rachaduras de extremidade de tábua não sofreram nenhuma influência da intensidade de desbaste. O encurvamento sofreu

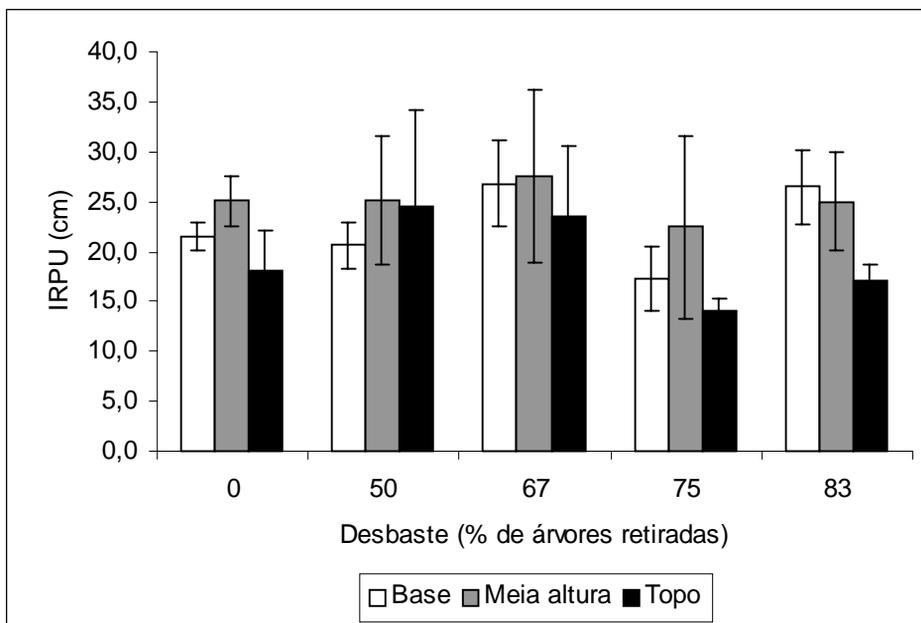


Figura 6. Índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida (IRPU) em função da intensidade de desbaste e posição, (base, meia altura e topo), do fuste de *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* green board end splitting (IRPU), due to thinning intensity and log position (bottom, middle and top) in the tree trunk).

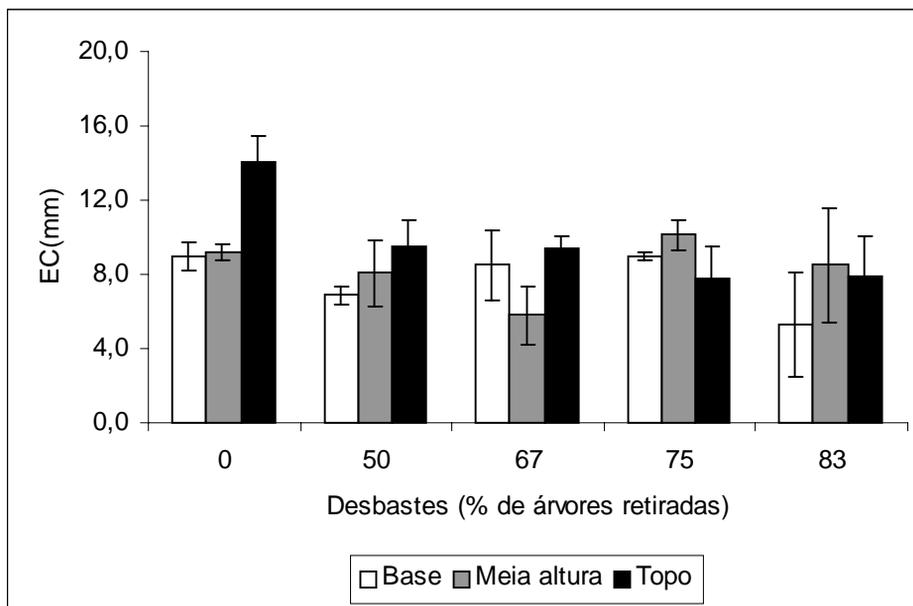


Figura 7. Encurvamento de peça serrada úmida (EC) em função da intensidade de desbaste e posição. (base, meia altura e topo), do fuste de *Eucalyptus grandis*.

(*Eucalyptus grandis* green board deflection (EC) due to thinning intensity and log position (bottom, middle and top) in the tree trunk).

efeito da intensidade de 83% de desbaste. Isso demonstra a tendência de que desbastes moderados e progressivos não influenciam os indicadores de tensões de crescimento. Esse fato é muito importante porque os desbastes possibilitam o aumento do crescimento em diâmetro das árvores e, se não influenciarem significativamente o nível de tensão de crescimento, possibilitará um maior aproveitamento da madeira.

Os resultados apresentados podem ser considerados estar de acordo com Malan e Hoon (1992) que, para uma população de *E. grandis*, não verificaram efeito significativo de diferentes intensidades de desbaste sobre o nível de rachaduras, mesmo em diferentes classes de DAP. Também estão de acordo com o trabalho de Ferrand (1983) que verificou, para o *E. delegatensis* e o *E. nitens*, que desbastes moderados não influenciaram a deformação de crescimento, mas desbastes intensos e precoces influenciaram. Entretanto, esses resultados diferenciaram-se daqueles observados nos tra-

balhos de Polge (1981) e Wilkins e Kitahara (1991), que verificaram que os desbastes aumentaram a taxa de crescimento e diminuíram o nível de deformação periférica de crescimento.

Kubler (1987) recomenda que deve ser observada a época de avaliação quando se quantifica o efeito do desbaste sobre a tensão de crescimento. Desbaste recente pode apresentar resultados diferentes se avaliado pouco tempo após a sua realização ou alguns anos depois. O grau de maturidade da árvore pode influenciar nos resultados.

Confirmou-se também a afirmativa de Malan (1988), de existir uma tendência das tensões de crescimento serem mais influenciadas por fatores genéticos ou de sofrerem mais influência de outras práticas silviculturais, como indicado no trabalho de Wilkins e Kitahara (1991).

Com relação às variações das tensões de crescimento com a posição vertical da tora, verificou-se que as variáveis IR e IRPU apre-

sentaram a mesma tendência. Foram maiores nas peças provenientes da meia altura comercial da árvore, em relação às peças provenientes das posições base e topo da árvore.

Os maiores valores obtidos nas toras do meio podem, em grande parte, ser explicados pela orientação mais retilínea da grã nesta parte da árvore. Estes resultados estão de acordo com os encontrados nos trabalhos de Yao (1979), Malan (1984) e diferenciaram-se dos trabalhos de Chafe (1981), Chafe (1985), Purnell (1988), Gaiotto (1993), Schacht (1998) e Del Menezzi (1999), que apresentaram outras tendências de variação.

A variável EC não apresentou a mesma tendência de variação, ou seja, as toras do topo apresentaram os maiores valores de encurvamento das peças, em relação às toras da base e meio.

Estudaram-se também as correlações entre as variáveis em estudo e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Correlações significantes entre variáveis.

(Significant correlations between variables).

Variável (y)	Variável (x)	R	Prob > F
IRPV	IR _C	0,5571	0,0001
IRPV	IR _M	0,5459	0,0001
IRPV	IR _W	0,5321	0,0002
IRPV	IR _P	0,5224	0,0002

IR_C = índice de rachadura adaptado de Conradie (cm²);

IR_M = índice de rachadura adaptado de Malan;

IR_P = índice de rachadura proposto por Lima (2000);

IR_W = índice de rachadura de Wilson (%);

Observaram-se, porém, correlações importantes entre os diferentes índices de rachaduras de topo de toras com o índice de rachaduras de peça serrada verde.

As Figuras 8 a 11 mostram, graficamente, apenas as regressões lineares que foram estatisticamente significativas.

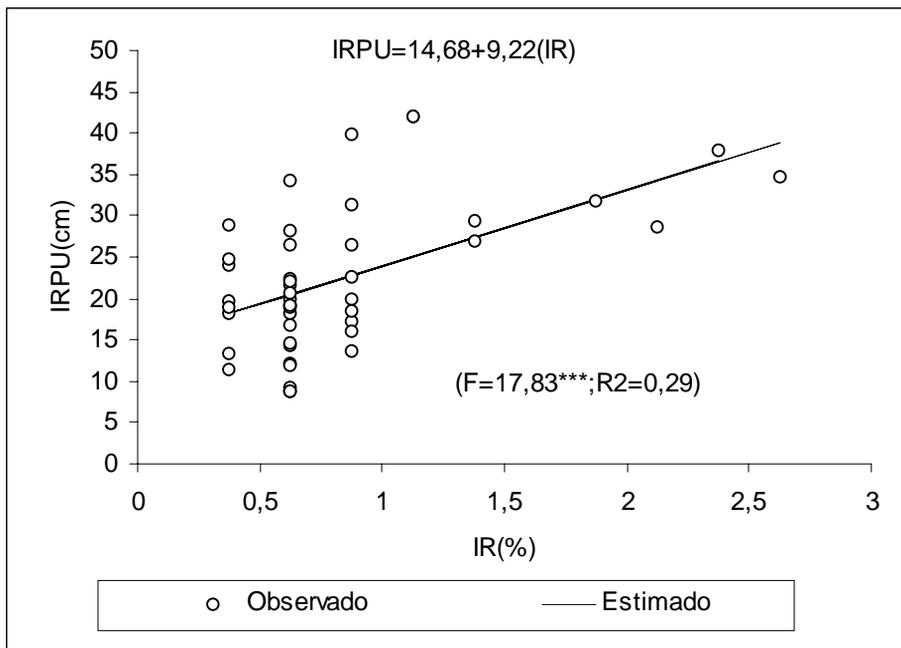


Figura 8. Índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida (IRPU) e índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Conradie ajustada (Caj).

(Green board end splitting (IRPU) and log splitting (IR) obtained by adjusted Conradie's methodology (Caj)).

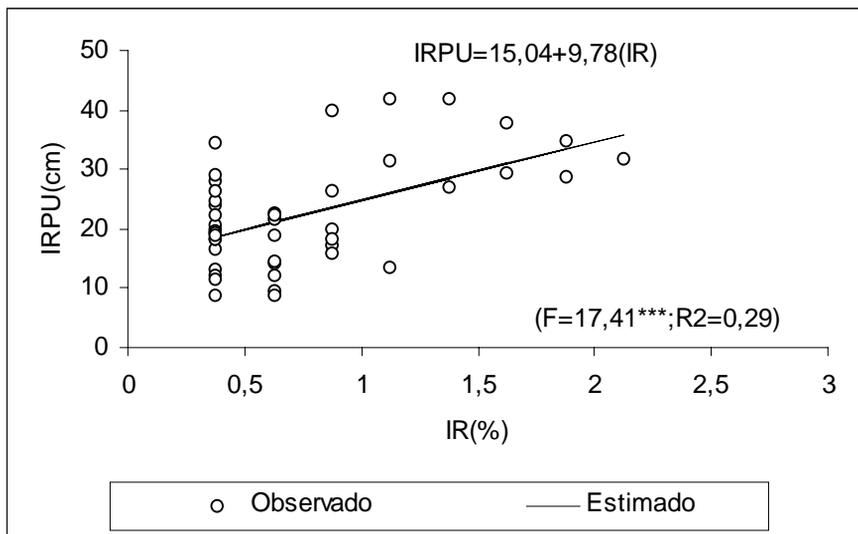


Figura 9. Índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida (IRPU) e índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Malan ajustada (Maj).

(Green board end splitting (IRPU) and log end splitting (IR) obtained by adjusted Malan's methodology (Maj)).

Devido aos baixos valores de R^2 obtidos para estas regressões, procedeu-se a uma análise individual de seus resíduos. Essa análise incluiu a verificação da distribuição dos resíduos, como

mostra a Figura 12 e os testes de normalidade, efetuados de acordo com Shapiro-Wilk.

Verifica-se, em todos os casos, que os resíduos se encontram bem distribuídos em torno

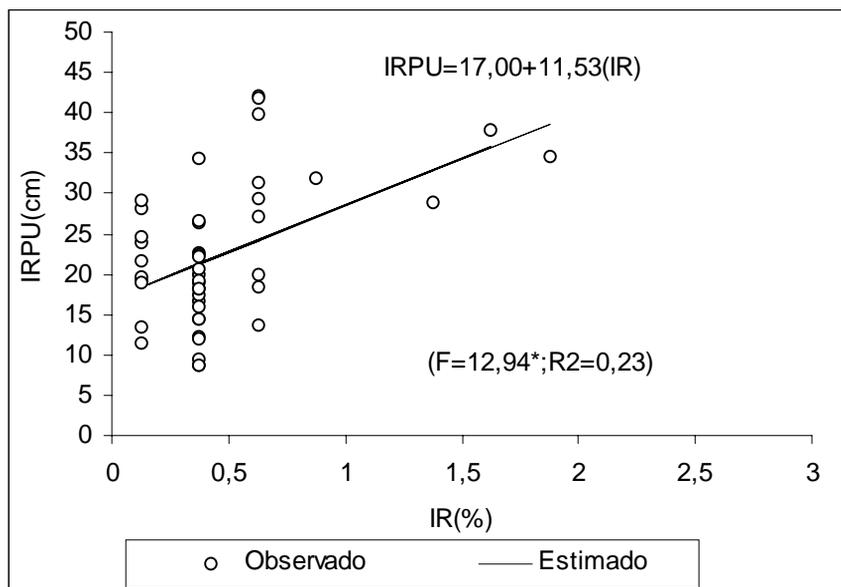


Figura 10. Índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida (IRPU) e índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia de Wilson (W).

(Green board end splitting (IRPU) and log end splitting (IR) obtained by Wilson's methodology (W)).

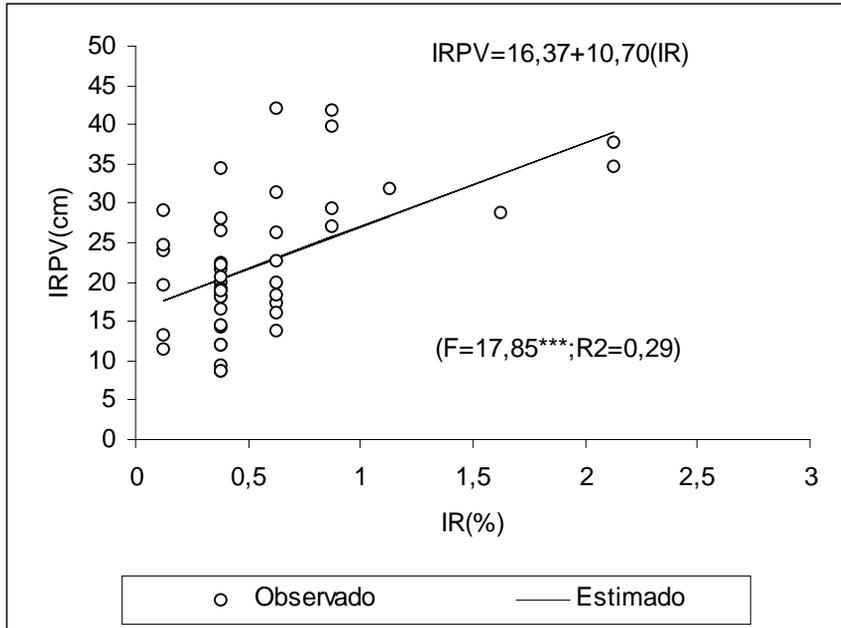


Figura 11. Índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida (IRPU) e índice de rachaduras de extremidade de tora (IR) obtido pela metodologia proposta (P).

(Green board end splitting (IRPU) and log end splitting (IR) obtained by the proposed methodology (P)).

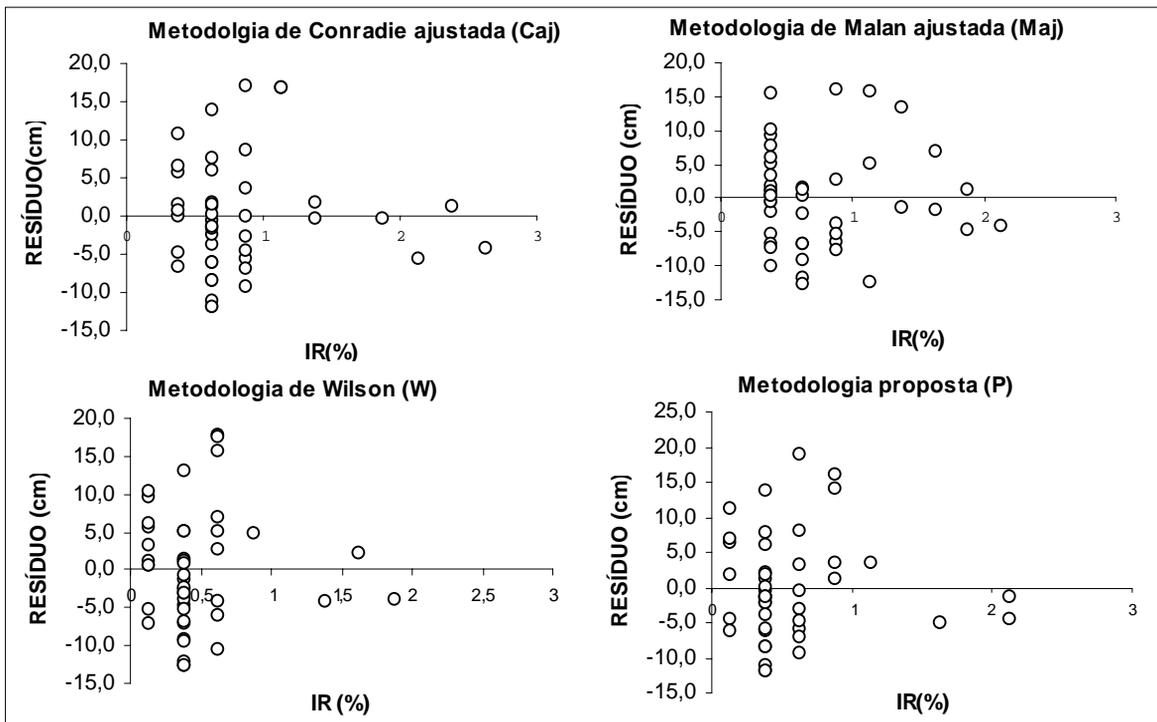


Figura 12. Distribuição dos Resíduos das regressões entre IRPU e IR.

(Distribution of residues from IRPU and IR relationship)

da linha de zero. Entretanto, os resíduos da regressão obtida da metodologia de W não se apresentaram tão normalmente distribuídos como ocorreram nos outros três casos.

Depreende-se então, que existe uma natural variação de IRPU dentro de cada uma das classes de IR, principalmente nas inferiores. Destaca-se que essa variação pode ter sido ge-

rada durante o processo de desdobro das toras, pela interação de efeitos não controlados.

Dessa forma, pode-se admitir que as regressões encontradas para o *E. grandis* são apenas úteis na predição das rachaduras da madeira serrada, a partir das rachaduras de extremidades de tora.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

✓ As diferentes intensidades de desbastes efetuadas através do método CCT não influenciaram significativamente as rachaduras de peça serrada úmida. Influenciaram os índices de rachaduras de extremidades de tora e o encurvamento da peça serrada úmida. Esses índices refletem os efeitos das tensões de crescimento, existentes nas árvores de uma mesma classe de DAP;

✓ Para a variável IR somente as intensidades de desbaste 50% e 67% diferiram da testemunha, enquanto que as outras não diferiram entre si;

✓ Para o encurvamento somente a intensidade de 83% de desbaste diferiu estatisticamente da testemunha;

✓ Todas as metodologias de estimativas de rachaduras de extremidades de tora foram estatisticamente diferentes entre si;

✓ O índice de rachaduras de extremidades de tora e índice de rachaduras de extremidade de peça serrada úmida apresentaram os maiores valores nas toras da meia altura comercial;

✓ O encurvamento foi maior nas toras do topo.

Pode-se estimar o índice de rachaduras de extremidades de peça serrada úmida através dos índices de rachaduras de extremidades de tora.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

ISRAEL LUIZ DE LIMA é pós-graduando em Ciência e Tecnologia da Madeira da ESALQ/USP. E-mail: ill@bol.com.br

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

MARIA CRISTINA STOLF NOGUEIRA é Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP – Caixa Postal 9 – 13400-970 – Piracicaba, SP – E-mail: mcsnogue@carpa.ciagri.usp.br

Os autores agradecem à Eucatex Florestal Ltda. e a seus funcionários, pelo fornecimento do material de estudo e o inestimável apoio logístico que propiciou o pleno desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOX, G.E.P.; COX, D.R. An analysis of transformation. **Journal of the Royal Statistical Society B**, v.26, n.26, p.211-243, 1964.
- CHAFE, S.C. Variation in longitudinal growth stress basic density and modulus of elasticity with height in the tree. **Australian forest research**, v.11, p.79-82, 1981.
- CHAFE, S.C. Variation in longitudinal growth stress with height in trees of *Eucalyptus nitens* Maiden. **Australian forest research**, v.15, p.51-55, 1985.
- DEL MENEZZI, C.H. **Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a produção de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *E. cloeziana* F. Muell.** Piracicaba, 1999. 77p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- FERRAND, J.C. Growth stresses and silviculture of eucalypts. **Australian forest research**, v.13, n.1, p.75-81, 1983.
- GADOW, K.V.; BREDEKAMP, B.V. **Forest management.** Pretoria: Academica, 1992. 165p.
- GAIOTTO, M.R. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla* para produção de lâmina.** Piracicaba, 1993. 119p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- HILEY, W.E. **Conifers: African methods of cultivation.** London: Faber and Faber, 1959. 123p.
- JACOBS, M.R. The growth of woody stems. **Bulletin. Commonwealth Forests Bureau**, n.28, p.1-67, 1945.
- KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forestry abstracts**, v.48, n.3, p.131-189, 1987.
- LIMA, I.L. **Variação de propriedades indicativas da tensão de crescimento em função da posição na árvore e da intensidade de desbaste.** Piracicaba, 2000. 90p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.
- MALAN, F.S. The control of end splitting in sawlogs: a short literature review. **South African forestry journal**, n.109, p.14-79, 1979.
- MALAN, F.S. Relationships between growth stress and some tree characteristics in South African grown *Eucalyptus grandis*. **South African forestry journal**, n.144, p. 43-46, 1988.
- MALAN, F.S. **Studies on the phenotypic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of South African grown *Eucalyptus grandis*.** Stellenbosch: 1984. 272p. Tese (Doutorado) - University of Stellenbosch.
- MALAN, F.S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African forestry journal**, n.163, p.13-20, 1992.
- MARSCH, E.K. Some preliminary results from O'Connor's correlated curve trend (CCT) experiments on thinnings and spacings and their practical significance. In: BRITISH COMMONWEALTH FORESTS CONFERENCE, Canberra, 1957. **Anais.** Canberra, 1957. p.1-21.
- POLGE, H. Influence of the thinning regime on growth stresses in beech. **Annales des sciences forestières**, v.38, n.4, p.407-423, 1981.
- PURNELL, R.C. Variation in wood properties of *Eucalyptus nites* in a Provenance Trial on the Eastern Transvaal Highveld in South Africa. **South African forestry journal**, n.144, p.10-22, 1988.
- SCHACHT, L. **Variação de caracteres e suas implicações para o melhoramento genético da madeira serrada de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** Piracicaba, 1998. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. p.17-25.
- SHIELD, E.D. Plantation grown eucalypts: utilisation for lumber and rotary veneers, primary conversion. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, São Paulo, 1995. **Anais.** Piracicaba, 1995. p.133-139
- WILHELMY, V.; KUBLER, H. Stresses and checks in log ends: from relieved growth stresses. **Wood science**, v.6, n.2, p.136-142, 1973.
- WILKINS, A.P.; KITAHARA, R. Silvicultural treatments and associated growth rates, growth strains and wood properties in 12,5-year-old *Eucalyptus grandis*. **Australian forestry**, v.54, n.1/2, p.99-104, 1991.
- WILSON, P.J. Splitting studies on logs of *Eucalyptus macarthurii*, *E. elata*, and *E. radiata*. **Annual report.** Institute for Commercial Forestry Reserch, p.135-142, 1985.
- YAO, J. Relations between height and growth stresses within and among white ash, water oak and shagbark hickory. **Wood science**, v.11, n.4, p.246-251, 1979.

