

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DA MADEIRA DE ÁRVORES MATRIZES DE *Eucalyptus grandis*

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF WOOD OF SELECTED TREES OF *Eucalyptus grandis*

Clovis Roberto Haselein¹ Merielen de Carvalho Lopes² Elio José Santini³
Solon Jonas Longhi⁴ Silvana Rosso⁵ Denis L. G. Fernandes⁵ Leonel Freitas de Menezes⁶

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em relação a características tecnológicas da madeira. Foram selecionadas 63 árvores matrizes, pertencentes a um povoamento comercial localizado no litoral norte do Rio Grande do Sul. As árvores foram abatidas e, com base nos dados dendrométricos, calculou-se o volume comercial com e sem casca, o fator de forma, a conicidade e a relação altura/diâmetro. Quanto à madeira, foi analisada a massa específica básica, os percentuais volumétricos de cerne, alburno e casca, as rachaduras de topo das toras e das tábuas, os empenamentos e os defeitos visuais das tábuas, tais como nós e bolsa de resina. A massa específica básica, cuja média inclui a madeira dessa espécie entre as moderadamente leves a pesadas, mostrou uma tendência decrescente entre o DAP e 25% da altura comercial e, a partir daí, crescente até 100% da mesma. O percentual volumétrico de cerne apresentou valores médios crescentes desde a base até 25% da altura comercial e, a partir daí, diminuiu até 100% da altura comercial, sendo que a média geral foi de 75,7%. O comprimento médio das rachaduras de topo em tábuas de *Eucalyptus grandis* foi de 63%. A alta porcentagem de rachaduras de topo foi atribuída à posição de retirada das tábuas, próxima à medula. Já a variabilidade das rachaduras de topo encontrada para as toras (CV=60%) possibilita a seleção de árvores com menor tendência em apresentar esse defeito.

Palavras-chave: eucalipto; características tecnológicas da madeira.

ABSTRACT

The objective of this study was the characterization of selected *Eucalyptus grandis* trees in relation to the technological properties of the wood. Sixty-three trees from a commercial stand located in the north coast of Rio Grande do Sul state were selected. The trees were cut down and the dendrometric data were used to compute log commercial volume with and without bark, stem taper and the height/diameter ratio. The technological characteristics of the wood analyzed were basic density, volumetric percentage of heartwood, sapwood and bark, log end splits, board warp, splits and visual defects such as knots and resin pockets. The basic density, average values from moderately light to dense wood, decreased from DBH to 25% and then increase up to 100% of trunk merchantable height. The volumetric percentage of heartwood, on the other hand, increased until 25% and then decrease up to 100% of trunk merchantable height, with and overall average of 75,7%. The average length of board end splits was 63%. This large percentage was attributed to the position of the boards, taken near the pit. The high variability of log end splits (CV=60%) makes it possible to select trees with a lower tendency in showing this type of defect.

Key words: eucalypt; technological characteristics of the wood.

1. Engenheiro Florestal, PhD., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). haseleic@ccr.ufsm.br
2. Engenheira Florestal, MSc., Empresa National Starch & Chemical Industrial Ltda, CEP 80000-000, Curitiba (PR). Meirelen.lopes@nstarch.com
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). santinie@ccr.ufsm.br
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). longhiso@ccr.ufsm.br
5. Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS).
6. Engenheiro Florestal, International Business in Eucalyptus (IBE), Av. Dr. Salvador França, 889/401, CEP 90690-000, Porto Alegre (RS). fmleonel@terra.com.br

Recebido para publicação em 15/09/2003 e aceito em 4/06/2004.

INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro destaca-se no cenário mundial devido à diversidade das florestas nativas e à capacidade produtiva das florestas plantadas. Atualmente, o Brasil possui 4,65 milhões de hectares de florestas plantadas; destes, 2,97 milhões de hectares são florestas de eucalipto, as quais suprem uma demanda de 350 milhões de m³/ano de madeira, representando 8% do consumo mundial para os diversos usos (Silva *et al.*, 2001). O Brasil detém a maior área de floresta plantada de eucalipto do planeta e recebe os méritos de ser um dos líderes mundiais no desenvolvimento científico do gênero.

Destaca-se, dentre as espécies do gênero, o *Eucalyptus grandis* como uma das espécies mais plantadas no Brasil e no mundo e considerada uma das espécies de madeira mais versáteis e indicadas para uso múltiplo. De acordo com Rocha (2000), tem boa adaptação em todas as regiões do Brasil, com elevado potencial silvicultural e plantios em larga escala; as árvores possuem boa forma, fornecendo toras adequadas para a produção de serrados e apresenta, ainda, uma massa específica ideal para a produção de móveis.

A evolução do melhoramento genético do eucalipto é indiscutível. Porém, seus primórdios baseiam-se nos fatores dendrométricos para maior produção de madeira por hectare de floresta plantada e no fator massa específica básica para homogeneização da qualidade na indústria de celulose e papel e na indústria energética.

Pires e Paula (1997) constataram que a maioria das avaliações realizadas basearam-se em amostragens restritas em nível fenotípico. Assim, torna-se de fundamental importância a implementação de estudos de amostragem e de determinação dos níveis de controle genético das características, bem como da correlação genética entre elas, em especial, com a massa específica básica.

Para Foelkel (1997), dentre os principais parâmetros a serem incluídos em uma seleção de árvores superiores, estão a massa seca das árvores, a massa específica básica, o volume da árvore sem casca, o fator de forma, o percentual de casca e os percentuais de cerne e alburno.

Zobel e Jett (1995) sugerem que o caminho para se desenvolver um programa de melhoramento genético deve incluir, além da massa específica básica, outras propriedades da madeira. Porém, é difícil determinar quais propriedades são importantes, pois o uso futuro é incógnito. Um parâmetro importante na caracterização tecnológica da madeira é a massa específica básica. Esta é uma característica física altamente herdável e de fácil mensuração (Foelkel, 1997; Zobel e Jett, 1995).

Outra característica tecnológica que limita a utilização da madeira serrada de eucalipto é a tendência em apresentar rachaduras. De acordo com Santini (1992), conceitua-se rachaduras como as separações dos elementos constituintes da madeira no sentido longitudinal da grã. As rachaduras são provocadas pelas tensões internas de crescimento, sendo liberadas por ocasião do abate e agravadas pelo processo de secagem.

Variações no índice de rachaduras são observadas em nível de espécie, procedência e indivíduos. Isso indica que a seleção pode, efetivamente, produzir alterações positivas no sentido da redução das rachaduras em toras e tábuas de eucalipto (Hillis e Brown, 1984). Zobel e Jett (1995) encontraram grande variação das rachaduras de árvore para árvore em *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus globulus*, o que permite a seleção e a clonagem de genótipos com menor propensão a este parâmetro.

Além da massa específica básica e das rachaduras de topo das tábuas e toras, outras características que prejudicam a qualidade da madeira serrada são os defeitos qualitativos como nós, bolsa de resina, podridão de cerne, furo de insetos, dentre outros. Um dos primeiros critérios qualitativos observados na madeira serrada é a incidência de nós na peça. Segundo Ponce (1995), conceitua-se nó como a base de um galho que está encaixado no tronco de uma árvore ou em outro galho maior. Nos eucaliptos, quando as florestas não são adequadamente formadas e manejadas, geralmente os nós são muito numerosos. Florestas destinadas à produção de madeira serrada e laminada devem ser submetidas a podas sucessivas a partir do momento que os galhos inferiores começam a morrer até a altura desejada.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar as árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* com relação a aspectos fenotípicos, dendrométricos e tecnológicos da madeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Caraterização do povoamento

Para o presente trabalho, foram selecionadas 63 árvores matrizes dominantes, com 27 anos de idade, em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, procedência Transvaal-África do Sul (ex-Coffs Harbour NSW), implantado no ano de 1974, na Fazenda Passinhos, município de Osório, sob espaçamento 3 x 2 m, sendo essas árvores distribuídas em 90,0 hectares. Esse povoamento pertence a um programa de seleção fenotípica de árvores da empresa Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda., localizada na cidade de Capivari do Sul, litoral norte do estado do Rio Grande do Sul, em latitude 30° 08' e longitude 50° 31'.

As árvores matrizes foram abatidas e catalogadas individualmente em uma ficha técnica, na qual foram registradas informações gerais quanto à localização, características fenotípicas e dendrométricas.

As árvores matrizes eram, em sua maioria, perfeitamente retas, com a copa grande e rala composta por galhos abertos e grossos, casca lisa e resíduo rugoso. Cerca de 62% das árvores avaliadas estavam em fase de floração e frutificação.

Após a derrubada da árvore, foram medidas, com auxílio de trena métrica, a altura total (HT) e a altura comercial (HC). A altura comercial foi definida até o diâmetro de 20 cm, que corresponde ao diâmetro mínimo de entrada das toras na serraria da empresa. Os diâmetros das árvores foram medidos com suta, nas alturas da base 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial e ao nível do DAP (diâmetro ao nível do peito, a 1,30m do solo). Nas Tabelas 1 e 2, são resumidas as características fenotípicas e dendrométricas das árvores matrizes utilizadas no presente estudo.

TABELA 1: Distribuição das árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* de acordo com caracteres fenotípicos.

TABLE 1: Classes of selected trees of *Eucalyptus grandis* according to phenotypic characteristics.

Características Fenotípicas	Classificação		
	I	II	III
Forma do Fuste (FF)	1	2	60
Ramificação:			
Ângulo dos Ramos (RA)	39	24	
Espessura dos Ramos (RE)	2	4	57
Copa:			
Tamanho (TMC)	13	20	30
Tipo (TPC)	10	53	
Floração e Frutificação (FFR)	35	28	
Casca:			
Tipo (CT)	2	1	60
Resíduo (RC)	11	52	

Em que: FF: I = tortuosidade na base, II = tortuosidade na parte superior e III = perfeitamente reto; RA: I = abertos e II = fechados; RE: I = finos, II = médios e III = grossos; TMC: I = pequena, II = média e III = grande; TPC: I = densa e II = rala; FFR: I = presente e II = ausente; CT: I = fibrosa, II = rugosa e III = lisa; RC: I = rugosa e II = fibrosa.

TABELA 2: Valores médios das características dendrométricas das árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

TABLE 2: Average values of the dendrometric characteristics of the *Eucalyptus grandis* trees.

Características Mensuradas	Média	Desvio Padrão	CV (%)
DAP (cm)	66,41	7,12	10,4
HT (m)	49,87	2,49	5,0
HC (m)	37,46	2,34	6,24
VC _{c/c} (m ³)	6,635	1,33	20,0
VC _{s/c} (m ³)	6,438	1,29	20,1
F _{1,3}	0,51	0,041	8,0
CO (cm/m)	1,41	0,221	15,7
RHD	1,33	0,155	11,6

Em que: HT = altura total; HC = altura comercial; VC_{c/c} = volume comercial com casca; VC_{s/c} = volume comercial sem casca; F_{1,3} = fator de forma artificial; CO = conicidade; RHD = relação diâmetro/altura;

Características tecnológicas da madeira

Para a determinação da massa específica básica, as árvores matrizes foram seccionadas em discos nas posições da base 25, 50, 75 e 100% da altura comercial e ao DAP. Os discos foram transportados para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde duas cunhas simetricamente opostas foram marcadas e seccionadas. Após, as cunhas foram imersas em água até completa saturação das células. A massa específica básica foi calculada pela razão da massa seca das amostras e o seu volume saturado, determinado pelo método de imersão em água sobre balança hidrostática. Os valores médios de massa específica básica foram ponderados em função do volume comercial sem casca da árvore.

Foram selecionadas 13 árvores matrizes para determinação do teor de umidade da árvore viva. Os discos foram acondicionados e transportados para o LPF, para retirada de uma cunha para determinação do teor de umidade e duas cunhas para determinação da massa específica básica.

A massa seca das árvores é um parâmetro de elevada importância na classificação das árvores e na quantificação de matéria seca de um povoamento destinado principalmente à produção de celulose. A massa seca foi determinada pela multiplicação entre a massa específica básica ponderada e o volume comercial sem casca das árvores.

A determinação do percentual volumétrico de cerne, alburno e casca foi baseada na metodologia de levantamento dendrométrico descrito por Ferreira (1996). As medidas de diâmetro de cerne e espessura de casca foram tomadas com auxílio de régua milimétrica nos discos, retirados nas posições a 0, 25, 50 75 e 100% da altura comercial e ao DAP.

A determinação do volume de cerne foi baseada no método de Smalian, considerando os valores de diâmetros do cerne, medidos na seção transversal dos discos sem casca. A determinação do percentual volumétrico de cerne foi efetuada pela relação percentual entre volume do cerne e volume comercial sem casca. A determinação do volume de alburno foi definida pela diferença entre o volume comercial sem casca e o volume de cerne, e o percentual volumétrico de alburno foi obtido pela relação percentual entre volume de alburno e volume comercial sem casca.

O volume de casca foi determinado pela diferença entre o volume comercial com casca e o volume comercial sem casca. A determinação do percentual volumétrico de casca foi obtida pela relação percentual entre volume de casca e volume comercial com casca.

Para a avaliação das rachaduras de topo das toras, foram selecionadas as duas primeiras toras entre o DAP e 25% da HC, com comprimento médio de quatro metros, destinadas à avaliação das rachaduras de topo das toras. As toras permaneceram no campo, sem sofrer qualquer restrição mecânica, por seis dias após o abate das árvores, quando foram realizadas as medições dos comprimentos das rachaduras no topo e na base de cada tora, com auxílio de paquímetro digital e trena.

A metodologia utilizada para medição das rachaduras de topo das toras foi similar à sugerida por Schacht (1998), na qual as rachaduras foram agrupadas em 4 classes de comprimento (Tabela 3), com base na distância que elas alcançavam a partir da medula, no plano de seção transversal.

TABELA 3: Classes de rachaduras de topo das toras.

TABLE 3: Classes of log end splits.

Classe (i)	Comprimento das rachaduras	Peso
1	iguais ao raio da seção transversal	1,00
2	menores que o raio, mas maiores que $\frac{3}{4}$ deste	0,75
3	menores que $\frac{3}{4}$ do raio, mas maiores que $\frac{1}{2}$ deste	0,50
4	menores que $\frac{1}{2}$ do raio, mas maiores que $\frac{1}{4}$ deste	0,25

Fonte: Schacht (1998).

A Equação abaixo apresenta o cálculo em cada seção transversal da Porcentagem Estimada de Rachaduras (PER).

$$PER = ((\sum A_i p_i) / \pi D) * 100$$

Em que: A_i = comprimento máximo da rachadura de acordo com a classe i ($i = 1, \dots, 4$), mm; p_i = peso da rachadura na classe i ; D = diâmetro médio da seção transversal livre de rachaduras, mm.

As duas primeiras toras, com diâmetro médio com casca de 57 cm, foram transportadas para a serraria da empresa, onde foi retirado, de cada tora, um pranchão central, contendo a medula, com aproximadamente 80 mm de espessura, destinado à avaliação das propriedades mecânicas (Figura 1). As toras foram desdobras em serra-fita dupla Tandem, sendo que primeiro foi retirada uma costaneira (para alinhar) e depois foi cortado o pranchão central, com cortes paralelos e simultâneos. Paralelamente ao pranchão central, foram retiradas as tábuas, com dimensões médias de 25,4 x 430 x 4000 mm, destinadas à análise qualitativa da madeira. As tábuas retiradas foram empilhadas e permaneceram no pátio de secagem da empresa colaborada, ao ar livre, durante aproximadamente seis meses, quando foram avaliadas quanto às rachaduras de topo, empenamentos e defeitos da madeira como nós, bolsa de resina, entre outros. A metodologia de coleta e avaliação dos dados qualitativos da madeira serrada foi baseada na Norma Brasileira de Classificação da Madeira de Folhosas (Brasil, 1983).

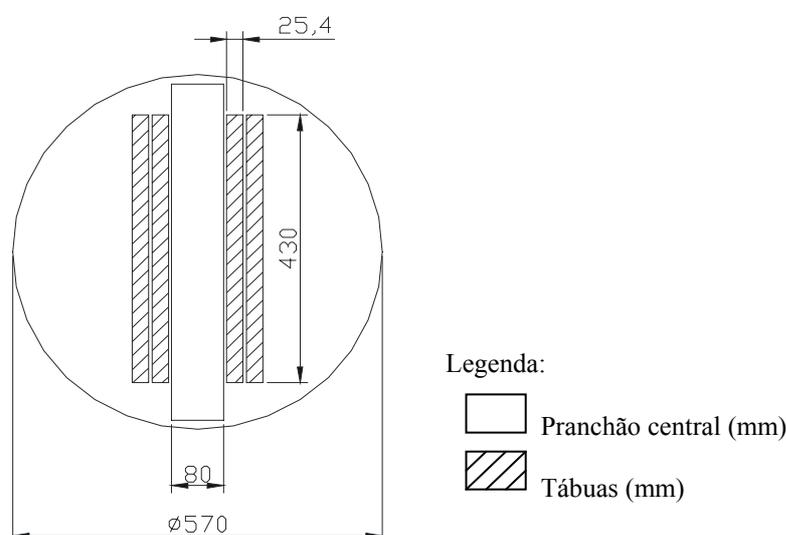


FIGURA 1: Forma de desdobro das toras.

FIGURE 1: Log breakdown scheme.

O percentual de rachaduras de topo das tábuas foi determinado pela razão entre o somatório do comprimento das rachaduras dos dois topos e o comprimento total da tábua. As tábuas apresentaram apenas encurvamento das faces, medido pela razão entre a concavidade e o comprimento total da tábua. Foi determinado o índice de nós, o diâmetro do maior nó, a presença ou ausência de bolsa de resina e podridão de cerne. Definiu-se como índice de nós o número de nós encontrados por metro quadrado em uma face da tábua; ou seja, foram calculados pela razão entre o somatório do número de nós e a área considerada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Massa específica básica, massa seca e teor de umidade da árvore viva

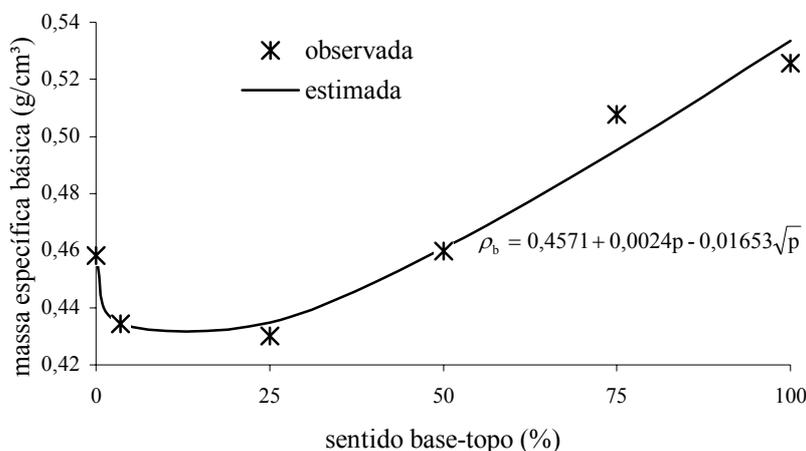
A massa específica básica média de 0,46 g/cm³ foi igual à encontrada por Jesus e Vital (1986) para matrizes de mesma espécie, mas com ¼ de idade em relação às árvores estudadas (Tabela 4). Os valores médios encontrados por Ferreira (1996) e Busnardo *et al.* (1987) - respectivamente, 0,43 g/cm³ e 0,41 g/cm³ para a madeira de *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade - evidenciam a existência de variabilidade dentro da espécie.

O valor médio da massa seca de madeira encontrada para as árvores avaliadas foi de 3064 kg, com coeficiente de variação igual a 22%, aproximadamente. O valor do coeficiente de variação pode ser justificado pela variação (em torno de 20%) apresentada pelo volume comercial das árvores.

TABELA 4: Valores médios de massa específica básica, teor de umidade da árvore viva e massa seca para as árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.TABLE 4: Average values of basic density, green moisture content and dry mass of the *Eucalyptus grandis* trees.

Características	N. CP	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Massa específica básica (g/cm ³)	63	0,46	0,04	8,78
Teor de umidade da árvore viva (%)	13	99,51	10,60	10,65
Massa seca (kg)	63	3064,00	668,57	21,82

Ao analisar-se a variação da massa específica básica média ao longo do sentido longitudinal da madeira, verificou-se que, nas árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*, esta propriedade possui tendência em decrescer ao nível do DAP e em 25% da altura comercial, tornando-se crescente até 100% da altura comercial (Figura 2). Para a mesma espécie, alguns autores como Jesus e Vital (1986), Busnardo *et al.* (1987), Oliveira (1997), Rezende *et al.* (1998), encontraram tendência decrescente até 25% da HC, tornando a crescer até 100% da HC. Este comportamento é semelhante ao evidenciado no presente trabalho e contrário ao comportamento decrescente no sentido base-topo, encontrado por Shimoyama (1990) para a mesma espécie com 7 anos de idade.

FIGURA 2: Massa específica básica média (ρ_b) no sentido axial (p) de 63 árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.FIGURE 2: Average basic density (ρ_b) in the longitudinal direction (p) of the 63 trees of *Eucalyptus grandis* evaluated.

Através da análise de regressão, ajustou-se um modelo para a média dos 63 valores de massa específica básica em função da posição axial. O modelo ajustado foi o seguinte: $\rho_b = 0,4571 + 0,0024p - 0,01653\sqrt{p}$, com coeficiente de determinação igual a 94,62% e erro padrão da estimativa igual a 0,00906 g/cm³.

O teor de umidade inicial médio foi de 99,5%, com coeficiente de variação igual a 10,6%. Este valor supera o teor de umidade inicial médio de 89,39% determinado por Rocha (2000), para a madeira da mesma espécie, com 12 anos de idade.

Para o teor de umidade da árvore viva, observou-se comportamento inversamente proporcional à massa específica básica (Figura 3), e comportamento decrescente no sentido base-topo, apresentando valores de 125% na base e de 80% no topo (100% HC), aproximadamente.

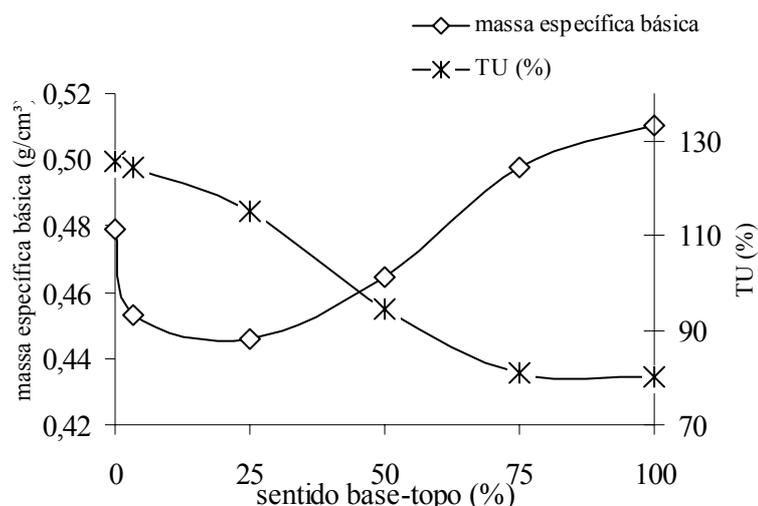


FIGURA 3: Massa específica básica (ρ_b) e teor de umidade da árvore viva (Tu) médios no sentido axial para treze árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

FIGURE 3: Average basic density (ρ_b) and green moisture (Tu) in the longitudinal direction for 13 trees of *Eucalyptus grandis*.

Percentual de cerne, albarno e casca

A presença de maior ou menor percentual de cerne ou albarno na madeira auxilia na definição de seu uso nos produtos finais, pois, quanto maior o percentual de albarno na árvore, melhor será a sua capacidade de impregnação por produtos preservativos. Por outro lado, quanto maior o percentual de cerne, melhor a capacidade produtiva em madeira serrada com coloração uniforme.

Pela análise dos tipos de lenhos presentes na seção transversal das toras, encontrou-se valor percentual volumétrico médio de cerne igual a 75,66% e valor percentual volumétrico de albarno igual a 24,34%, com coeficiente de variação de 20,55%. Este percentual contrasta com o coeficiente de 6,61%, encontrado para a medida de cerne (Tabela 5), o que indica uma maior variação na quantidade de albarno entre as árvores.

TABELA 5: Valores médios dos percentuais volumétricos de cerne, albarno e casca das árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

TABLE 5: Average values of the volumetric percentage of heartwood, sapwood and bark of the selected *Eucalyptus grandis* trees.

Características	Média	Desvio Padrão	CV (%)
%V _{CA} (%)	3,455	0,686	19,85
%V _{CE} (%)	75,66	5,0	6,61
%V _{AB} (%)	24,34	5,0	20,55

Em que: %V_{CA} = percentual volumétrico de casca, %V_{CE} = percentual volumétrico de cerne; %V_{AB} = percentual volumétrico de albarno.

Por meio da análise dos resultados de cerne e albarno no sentido longitudinal da árvore, observou-se uma tendência crescente do percentual de cerne até 25% HC no sentido base-topo, tornando-se, a partir dessa altura, decrescente até 100% HC. Comportamento inverso foi encontrado para o percentual de albarno apresentando-se decrescente ao nível do DAP e 25% HC e tornando a crescer até 100% HC (Figura 4). Esses valores para porcentagem de albarno são menores do que os encontrados por Oliveira *et al.* (1999), para a madeira de *Eucalyptus saligna*, com 16 anos (100% de albarno no topo da árvore, decrescendo para 36,49% a 50% da altura e 32,9% na base da árvore). Os autores concluíram que a porcentagem de albarno é ligeiramente mais baixa para o *Eucalyptus grandis*, *E. cloeziana* e *E. pilularis*, o que pode justificar em parte as diferenças, possivelmente associada à maior idade do povoamento do presente estudo.

A menor quantidade de madeira tratável (representada pela quantidade alburno) poderá limitar a utilização da madeira serrada para situação de uso em que há risco de degradação pela ação de organismos xilófagos. Entretanto, um maior percentual de cerne nas árvores pode ser atraente à produção de madeira serrada quando a aparência da madeira for um fator importante.

O percentual volumétrico de casca representou 3,45% do volume comercial das árvores, em média, valor inferior aos 11,96% encontrado por Rosa *et al.* (2001), para a madeira de *Eucalyptus saligna*.

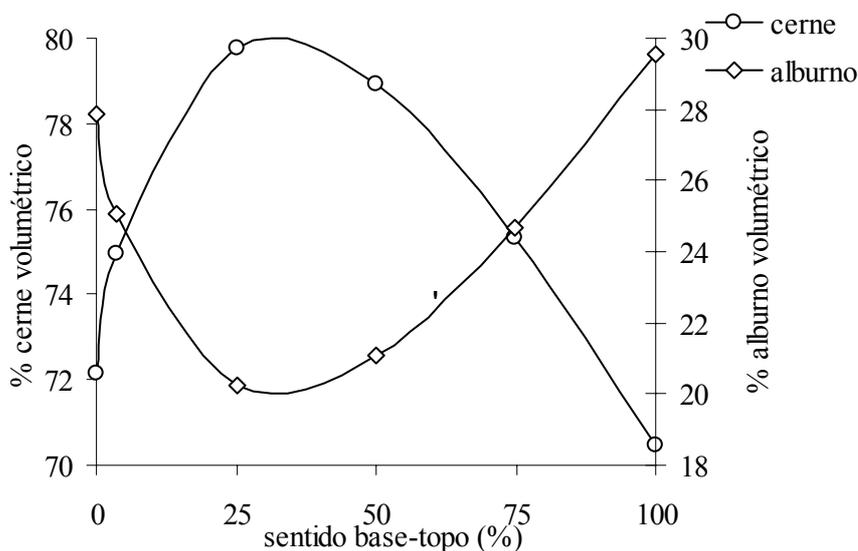


FIGURA 4: Variação média do percentual volumétrico de cerne e de alburno no sentido axial das 63 árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

FIGURE 4: Average variation of the volumetric percentage of heartwood and sapwood in the longitudinal direction of the 63 trees of *Eucalyptus grandis*.

Rachaduras de topo das toras

Pela avaliação dos resultados das rachaduras de topo das toras através da porcentagem estimada de rachaduras (PER), foi encontrada média igual a 0,474% e com coeficiente de variação de 60% (Tabela 6). A amplitude dos dados demonstra a alta variação, sendo de 0,15% a 1,63%, mínimo e máximo, respectivamente. Este coeficiente de variação indica que existe variação entre as árvores matrizes, o que viabiliza os processos de caracterização e de seleção das árvores que apresentam menor tendência ao defeito.

TABELA 6: Valores médios de rachaduras de topo das toras e das tábuas e encurvamento em árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.

TABLE 6: Average values of end splits of logs and boards and boards warping.

Variáveis	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Rachaduras de topo das toras (%)	0,474	0,28	60,0
Rachaduras de topo das tábuas (%)	63,56	15,5	24,39
Encurvamento (mm/m)	3,81	1,57	41,18

Através da análise de variância, foi encontrada diferença significativa, a 95% de confiabilidade, do perímetro estimado de rachaduras entre as matrizes e entre as toras (tora 1 e tora 2).

Ao se discutir os resultados encontrados para as rachaduras de topo das toras, encontrou-se uma dificuldade, visto que o método de análise foi distinto em relação aos adotados por Schacht *et al.* (1998) e Aguiar (1986).

Schacht *et al.* (1998) avaliaram as rachaduras de topo nas extremidades de toras desprotegidas em relação à altura do fuste para a madeira de clones de *Eucalyptus urophylla*. Os autores encontraram valores que variaram de 0,146% a 3,474%, com média de 0,792%; porém, o tempo de coleta dos dados (quarto dia) à campo difere do empregado neste trabalho (sexto dia), além do fator espécie ser distinto e variável.

Logo, o valor médio das rachaduras de topo das toras encontrado por Aguiar (1986), para a madeira obtida de corte industrial (abertura de boca ou direção e posterior queda), que não sofreu aplicação de controle descrito na revisão de literatura, não pode ser comparado aos citados neste trabalho.

Rachaduras de topo das tábuas

Observaram-se valores elevados de índice de rachaduras das tábuas. O valor médio encontrado foi igual a 63,56%, com coeficiente de variação de 24,39%. A amplitude dos dados situa-se na faixa de aproximadamente 31% a 100%, mínimo e máximo, respectivamente (valores que podem ser calculados a partir da Tabela 6), o que pode estar relacionado à região da tora, em que as tábuas foram avaliadas. Deve-se ressaltar que as tábuas foram retiradas paralelas ao pranchão central, assim demonstram diretamente a tendência da região da medula em apresentar rachaduras. Segundo Skolmem (1974) *apud* Del Menezzi e Nahuz (1998), as tábuas retiradas próximo ao centro da tora apresentam excessivo rachamento longitudinal.

Del Menezzi (1999) *apud* Rocha (2000) verificou que a presença de rachaduras totais, ou seja, com extensão superior a 40% do comprimento da tábua, foram mais freqüentes na região da medula. Enquanto que Rocha (2000) observou, através da análise de peças centrais, contendo a medula, que estas apresentaram rachaduras e que aproximadamente 50% das mesmas tiveram toda a superfície com rachaduras logo após o desdobro.

Inicialmente, a análise de rachaduras seria realizada de acordo com os parâmetros de desdobro empregados pela empresa que cooperou nesse estudo. Num ensaio piloto, com treze árvores matrizes, as toras foram desdobradas pelo método do bloco central produzido por dois cortes simultâneos em serra de fita dupla. O bloco foi, em seguida, resserrado em serra circular múltipla para produção de tábuas de aproximadamente 15 cm de largura. É sabido que esse método de desdobro minimiza a liberação das tensões de crescimento, e possivelmente por essa razão não foram observadas diferenças significativas nas rachaduras de topo das tábuas entre as matrizes processadas dessa maneira.

Por esse motivo, o desdobro paralelo ao pranchão (Figura 1) foi realizado nas 63 árvores matrizes pesquisadas. Como resultado, encontraram-se diferenças significativas entre as matrizes para a variável rachadura de topo das tábuas, a 95% de confiabilidade, com valor de F igual a 5,78. Foi encontrada também diferença significativa no índice de rachaduras das tábuas em função da tora (as tábuas retiradas da tora 2 apresentaram maior índice de rachaduras do que a tora 1), com valor de F igual a 1,95.

Empenamentos

As tábuas analisadas nesse ensaio foram retiradas paralelas ao pranchão central e não foram refileadas. O empenamento observado nesse trabalho foi o encurvamento na face longitudinal das tábuas. A média encontrada para os valores de encurvamento foi de 3,81mm/m, com coeficiente de variação de 41,18%. Apesar do elevado coeficiente de variação, o valor médio observado foi menor que o limite de 5mm/m, permitido pela Norma Brasileira de Classificação da Madeira de Folhosas (BRASIL, 1983). A variação foi confirmada através da análise de variância entre as matrizes nas quais foi encontrada diferença significativa, a 95% de confiabilidade, com valor de F igual a 2,62 e valor de *p* igual a 0,0002.

No estudo de encurvamento em peças tangenciais e radiais de *Eucalyptus grandis*, Rocha (2000) encontrou médias de 2,26 mm/m e 3,79 mm/m, respectivamente, de defeitos para tábuas verdes. Para tábuas secas, os resultados encontrados foram 2,07 mm/m e 1,20 mm/m, radiais e tangenciais, respectivamente.

Classificação da madeira quanto aos defeitos

Os nós foram avaliados quanto ao índice de nós por metro quadrado e quanto ao diâmetro do maior nó. De forma geral, as tábuas apresentaram 3 nós/m² com aproximadamente 2,8 cm de diâmetro médio do maior nó (Tabela 7). Pela análise de correlação, o índice de nós correlacionou-se positivamente com o diâmetro do maior nó. Assim, quanto maior a quantidade de nós por área de tábua, maior o diâmetro do nó.

Foi identificada a presença de cerne quebradiço em 34 árvores matrizes (54% do total) e de podridão de cerne em 10 matrizes (16% do total).

TABELA 7: Análise qualitativa da madeira serrada das árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*.TABLE 7: Qualitative analysis of the sawn wood of the *Eucalyptus grandis* trees.

Defeitos Avaliados	Média	Desvio Padrão	CV (%)
Índice de nós (n°/m ²) ¹	3,15	0,92	29,17
Diâmetro do maior nó (cm)	2,79	1,03	37,00
N. árvores defeituosas			
Cerne quebradiço:	- n. de árvores	34	
	- (%)	54	
Bolsa de resina:	- n. de árvores	12	
	- (%)	19	
Podridão de cerne:	- n. de árvores	10	
	- (%)	16	

Em que: ¹ média aritmética entre o somatório do número de nós e a área das tábuas analisadas (8 tábuas por árvore).

A presença de bolsa de resina afetou 12 árvores matrizes, o que representa 19% das árvores avaliadas. Na Austrália, a bolsa de resina é um dos defeitos mais frequentemente mencionados como causas da depreciação da madeira de eucalipto (Silva, 2000).

CONCLUSÕES

Com base na caracterização tecnológica da madeira de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*, procedentes de um povoamento comercial no litoral norte do Rio Grande do Sul, pode-se concluir que:

A massa específica básica, cuja média inclui a madeira dessa espécie entre as moderadamente leves a pesadas, mostrou uma tendência decrescente entre o DAP e 25% da altura comercial e, a partir daí, crescente até 100% da mesma.

O percentual volumétrico de cerne apresentou valores médios crescentes desde a base até 25% da altura comercial e, a partir daí, diminuiu até 100% da altura comercial, sendo que a média geral foi de 75,7%.

O comprimento médio das rachaduras de topo em tábuas de *Eucalyptus grandis* foi de 63%. A alta porcentagem de rachaduras de topo provavelmente deve-se à posição de retirada das tábuas, próxima à medula.

A alta variabilidade das rachaduras de topo das toras (coeficiente de variação igual a 60%) possibilita a seleção de árvores com menor tendência em apresentar esse defeito.

No entanto, a seleção das melhores matrizes de *Eucalyptus grandis* deve ser feita com base no conjunto das características estudadas e na finalidade dos povoamentos a serem implantados.

AGRADECIMENTOS

À Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda. pelo fornecimento da matéria-prima e apoio técnico, e ao funcionário Jorge Puhales, pela ajuda no preparo do material para ensaios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, O. J. R. Método para controle das rachaduras de topo em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, visando a produção de lâminas por desenrolamento. 1986. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1986.

BRASIL, I.B.D.F. NORMA PARA CLASSIFICAÇÃO DE MADEIRA SERRADA DE FOLHOSAS. Brasília: Brasileira, 1983.67p.

BUSNARDO, C. A.; GONZAGA, J. V.; FOELKEL, C. E. B.; MENOCELLI, S. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose, IV. Altura ideal de amostragem para avaliação da densidade média para árvores de *Eucalyptus grandis*. **Relatório Técnico**. Guaíba: Riocell S. A., 1987, 18p.

DEL MENEZZI, C. H. S.; NAHUZ, M. A. R. Técnicas de desdobro utilizadas para madeira de eucalipto – uma revisão bibliográfica. **Árvore**, v. 22, n. 3, Viçosa, 1998. p. 415-428.

FERREIRA, G. W. **Qualidade da celulose kraft-antraquinona de *Eucalyptus dunnii* Maiden plantado em cinco espaçamentos em relação ao *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith.** 1996. 135p.

- Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996.
- FOELKEL, C. E. B. Qualidade da madeira de eucalipto para atendimento das exigências do mercado de celulose e papel. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 3., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: EMBRAPA/ SIF/ IPEF, 1997. p.15-22.
- HILLIS, W. E.; BROWN, A.G. **Eucalyptus for wood production**. 1984, 434p. Sydney: Academic Press, 1984
- JESUS, R. M.; VITAL, B. R. Comparação entre densidades de matrizes e de clones de *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, v. 10, n. 1, Viçosa: SIF, 1986. p. 82-90.
- PIRES, I. E.; PAULA, R. C. Estado de arte do melhoramento genético para qualidade da madeira de eucalipto: uma revisão. In: CONFERÊNCIA IUFRO SOBRE SILVICULTURA E MELHORAMENTO DE EUCALIPTOS, 3., 1997. **Anais...** Salvador: EMBRAPA/ SIF/ IPEF, 1997. p. 186-191.
- PONCE, H. R. Madeira serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1., 1995. **Anais...** São Paulo: IPT, 1995. p. 50-58.
- OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 428f. Tese (Doutorado em Engenharia)- Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba: IPEF, 1999.
- ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunii* Maiden como fontes de matéria-prima para serrarias**. 2000. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
- SANTINI, E. J. Qualidade de madeira seca. In: SEMINÁRIO SOBRE SECAGEM DE MADEIRA, 1., 1992. **Anais...** Santa Maria: UFSM/ CEPEF/ FATEC, 1992. 100p.
- SCHACHT, L. **Variação de caracteres e suas implicações para o melhoramento genético da madeira serrada de *Eucalyptus urophylla***. 1998. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1998.
- SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira de *Eucalyptus spp.*** 1990. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1990.
- SILVA, J. C. Qualidade da madeira serrada de eucalipto. **Revista da Madeira**, v.9, n.50, 2000. p. 44-46.
- SILVA, J. C. *et al.* Eucalipto: a madeira do futuro. **Revista da Madeira**, edição especial, 2001. 114p.
- ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. **Genetics of Wood Production**. Syracuse: Springer-Verlag, U.S.A., 1995.