



**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MADEIRA  
SERRADA DE CLONES DE HÍBRIDOS DE  
*Eucalyptus* spp**

**SÉRGIO FERREIRA**

**2003**



**SÉRGIO FERREIRA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE CLONES  
DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* spp**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciência e Tecnologia da Madeira, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. José Tarcísio Lima

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

**Ferreira, Sérgio**

**Produção e qualidade da madeira serrada de clones de híbridos de *Eucalyptus*  
spp / Sérgio Ferreira. -- Lavras: UFLA, 2003.**

**71 p. : il.**

**Orientador: José Tarcísio Lima.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Eucalipto. 2. Clone. 3. Método de desdobro. 4. Rendimento. 5. Madeira  
serrada. 6. Qualidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD - 634.97342  
- 634.98**

**SÉRGIO FERREIRA**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA DE CLONES  
DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus* spp**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ciência e Tecnologia da Madeira, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 26 de fevereiro de 2003

Prof. Dr. Paulo Fernando Trugilho

UFLA

Prof. Dr. Márcio Pereira da Rocha

UFPR

  
Prof. Dr. José Tarcísio Lima  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

**Ao Deus supremo e criador de todas as coisas, à Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Ciências Florestais, à Companhia Mineira de Metais – Vazante M.G. pelo apoio logístico e fornecimento do material, aos meus pais, e aos amigos que contribuíram e me incentivaram a concretizar mais este sonho na minha vida,**

#### **AGRADEÇO**

**Ao professor José Tarcísio Lima pela orientação, atenção e dedicação; aos professores Paulo Fernando Trugilho, Sebastião Carlos da Silva Rosado e Márcio Pereira da Rocha pelo apoio; aos colegas Alan, Celso, Murilo, Cláudia e Juninho; aos funcionários José Francisco, Carlos, Álvaro Bernardo e José Lopes pela ajuda e pelos incentivos que recebi durante esta fase da minha vida,**

#### **OFEREÇO**

**À minha esposa, Rossana, a meus filhos, Bruno e Flávia, meus amores e tesouros, dos quais recebi muito amor e compreensão, dos quais tirei forças e incentivos fundamentais para realizar este plano,**

#### **DEDICO**

## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
1 INTRODUÇÃO .....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	03
2.1 Utilização da madeira de eucalipto .....	03
2.2 Defeitos das toras .....	03
2.3 Defeitos da madeira serrada .....	07
2.4 Métodos de desdobro .....	09
2.4.1 Desdobro tangencial .....	09
2.4.2 Desdobro radial .....	10
2.4.3 Corte em cortes simultâneos .....	10
2.4.4 Método de desdobro SSR .....	11
2.5 Rendimento .....	12
2.6 Qualidade da madeira serrada.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1 Seleção e transporte do material .....	15
3.2 Preparo das toras .....	16
3.3 Coleta de dados das toras.....	16
3.3.1 Cubagem .....	17
3.3.2 Conicidade .....	18
3.3.3 Encurvamento .....	19
3.3.4 Excentricidade da medula .....	19
3.3.5 Largura da rachadura .....	20
3.3.6 Achatamento da tora.....	21

## ABSTRACT

FERREIRA, Sérgio. **Production and quality of hybrids *Eucalyptus* spp clones sawn timber.**, 2003. 71p. Dissertation (Master in Forest Engineering/Wood Science and Technology) Universidade Federal de Lavras, Lavras.\*

The growing utilisation of *Eucalyptus* sawn timber in Brazil requires more detailed assessment about its characteristics and behaviour face to industrial processes. The employment of new genetic materials of *Eucalyptus* requires information both on the yield of logs subjected to different methods of breakdown and on the quality of the produced sawn timber. Thus, the objective of this work was to evaluate the production and the quality of green sawn timber of ten clones of *Eucalyptus* hybrids. For this purpose, the logs were classified in terms of its defects and sawn in a band saw, using three variations of the balanced tangential method: parallel to the centre of the log (M1), cutting slabs to 1/3 of the log ray (M2) and parallel to the bark (M3). Following the breakdown, the yields were calculated and the sawn timber was sorted in terms of warp and checks. The results permitted to conclude that all clones presented logs with small taper, low bowing and high circularity; the smaller end splits of the logs were presented by clones 280, 36 and 299; clones 62, 2 58 and 36 presented the smallest pith eccentricity. The average lumber yield between clones, obtained in the three breakdown methods were 35.2 % for the method M1; 30.1 % for the method M2 and 37.2 % for the method M3. These figures were increased when the production of the central plank and ribs removed from the slabs were considered in the account. An overall analysis showed that clones 44-94, 62 and 36 presented the highest lumber yield. The lumber bowing was small in all clones (average = 3.0 mm/m) and presented small variation between the three tested methods of breakdown; the same behaviour was also observed for lumber crook (average = 0.93 mm/m); the clone 44-94 presented the smallest lumber checks in the three tested breakdown methods (average = 5.7 %). An overall assessment, using Cluster Analysis, permitted to verify that the clones 44-94 and 62 presented the best performance in terms of sawn timber yield and checks.

---

\* Advising Committee: José Tarcísio Lima - UFLA (Adviser), Paulo Fernando Trugilho - UFLA (Co-adviser), Sebastião Carlos da Silva Rosado - UFLA (Co-adviser)



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado por apresentar condições edafoclimáticas e territoriais favoráveis ao desenvolvimento das atividades florestais.

O eucalipto foi introduzido no Brasil como uma cultura sistematizada, pela Companhia Paulista de Estradas de Ferro, através do Dr. Edmundo Navarro de Andrade, no início do século passado. O principal objetivo era atender à demanda de lenha nas locomotivas a vapor. Os primeiros reflorestamentos tiveram como objetivo produzir matéria-prima para a indústria de papel e celulose, para a produção de carvão vegetal ou para a geração de energia. A condução das florestas de *Eucalyptus* foi direcionada para estas finalidades. Isto fez com que o brasileiro o conceituasse como madeira de baixa qualidade, que rachava demasiadamente e que não deveria ser usada como madeira serrada.

Com o decorrer dos anos, os fornecedores de madeira destinada a construção civil, embalagens, mobiliários e outros ficaram cada vez mais distantes dos grandes centros consumidores, tornando o frete mais oneroso, elevando, assim, o preço final da madeira.

Outro item importante que contribui para o desabastecimento de madeira e que merece destaque é a pressão ambientalista contra a utilização irracional de madeiras amazônicas, fazendo com que os madeireiros e consumidores voltassem os olhos para a madeira serrada de eucalipto. Isto gerou, principalmente a partir da década de 90; estudos para avaliar a utilização desse gênero na confecção de produtos à base de madeira.

Todavia, o eucalipto como madeira serrada também exige cuidados no desdobro e na secagem, pois não está isento de dificuldades porque as suas propriedades físicas e mecânicas estão marcadas por alta heterogeneidade, além da presença de tensões internas de crescimento. Estes aspectos tornam-se os principais responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento da madeira

devido à tendência ao rachamento das toras antes e durante o seu desdobro, ao seu cerne quebradiço e às deformações que surgem na madeira serrada durante o processo de secagem.

Para se conhecer melhor esta madeira, é necessário estudar suas propriedades, entre as quais uma das mais importantes a densidade. Esta propriedade fornece muitas informações sobre a madeira, além de afetar outras de suas propriedades e características. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), a densidade do eucalipto varia de 600 a 1050 kg/m<sup>3</sup> (15% de umidade) no Brasil. É importante destacar que ocorrem variações entre árvores da mesma espécie devido à competição, fertilidade do solo, localização, manejo, característica genética e outros. Pode haver variação também com a idade da árvore e na mesma árvore, tanto no sentido transversal como longitudinal do tronco.

Para reduzir essas dificuldades, algumas providencias têm sido tomadas, melhorando o aproveitamento do eucalipto na serraria. Diversas formas de desdobro têm sido utilizadas com vantagens e desvantagens, sendo necessárias também outras ações conjuntas como melhoramento genético e manejo florestal. Entre os métodos de desdobro, os mais comuns são o paralelo, o radial e o simétrico ou alternado. A técnica de desdobro adotada, a qualidade da matéria-prima e as características dos equipamentos utilizados deverão garantir um rendimento adequado, assim como uma boa qualidade da madeira serrada. Características externas (conicidade, encurvamento e achatamento) e internas (tensões de crescimento, excentricidade da medula e largura da rachadura) das toras são determinantes para se obterem qualidade e rendimento satisfatórios.

Este trabalho utilizou toras de dez clones de híbridos de *Eucalyptus* spp e teve como objetivos: *i)* avaliar os defeitos externos e internos das toras; *ii)* aplicar três métodos de desdobro e avaliar o rendimento da madeira desdobrada; *iii)* avaliar a qualidade da madeira serrada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Utilização do eucalipto

A área reflorestada no Brasil com *Eucalyptus* foi crescente no período de 1995 a 2000, aumentando a taxa média anual de 4,48 %, conforme mostra a Tabela 1 (Rezende et al., 2002).

TABELA 1. Área total reflorestada com *Eucalyptus spp* no Brasil

	Ano					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Área (há)	77.598	90.396	85.860	92.742	85.876	100.953

Fonte: ABRACAVE, 2000.

Apesar de a maior parte das florestas de eucaliptos estar comprometida com a produção de madeira para os denominados usos tradicionais: celulose, papel, chapa de fibras, carvão vegetal e lenha, espera-se que uma parcela possa ser destinada a outras aplicações madeireiras. Segundo Zobel & Jett (1995), a alta variabilidade do gênero *Eucalyptus*, em termos do número de materiais genéticos existente, associada a amplas características de sua madeira, permite que inúmeras aplicações tecnológicas sejam possíveis.

De acordo com Freitas (2002), a partir da década de 90 é que se consolidou a utilização do eucalipto como matéria-prima para a produção em larga escala de madeira serrada e laminados. Com o desenvolvimento de clones específicos para serrarias e a crescente dificuldade na obtenção de madeiras nativas de boa qualidade, os serrados de eucalipto começam a ganhar espaço no mercado.

Nahus (2002) afirma que a aceitação crescente da madeira serrada de eucalipto pelo mercado é causada em grande parte pelo seu melhor conhecimento e divulgação, maior disponibilidade, mas também pela crescente pressão ambientalista pela redução do uso de madeiras nativas. A esses fatores o autor ainda acrescenta:

- a possibilidade de obter maior uniformidade na matéria-prima utilizada em processos industriais;
- a possibilidade de poder contar com suprimentos regulares de matéria-prima para as linhas de produção industrial.

## **2.2 Defeitos das toras**

Tensões de crescimento são o resultado da ação de forças internas que atuam sobre os tecidos das árvores de forma a mantê-las íntegras e eretas. Mattheck & Kubler (1995) ressaltam a importância dessas tensões para a sobrevivência das árvores, ao afirmarem que inevitáveis pontos de fraqueza em sua estrutura são contrabalançados pelo desenvolvimento das tensões de crescimento. As tensões de crescimento reagem às cargas críticas que podem causar ruptura. Essas tensões são originadas em fibras recém-diferenciadas, originando uma tensão de tração longitudinal no câmbio e induzindo a uma tensão compressiva na seção transversal do caule (Jacobs, 1965). Sucessivas camadas da novos tecidos geram altas tensões compressivas longitudinais no cerne das árvores. A elevada deformação diferencial formada é um fator determinante responsável por rachaduras de topo das toras durante a colheita e por distorções das peças produzidas durante o desdobro. Outras forças, como forças gravitacionais, devidas à ação do próprio peso da árvore, forças de tensões de seiva, decorrentes de variações diárias ou sazonais, tensões de secagem que se desenvolvem na madeira em função da contração irregular de

suas partes e as forças criadas pelo efeito de derrubada da árvore não devem ser confundidas com as tensões de crescimento (Lisboa, 1993).

As tensões de crescimento podem ser particularmente importantes em *Eucalyptus* de rápido crescimento durante seu processamento e utilização, o que evidencia a necessidade de bem avaliá-las. Muneri et al. (2000), citando resultados não publicados obtidos na Austrália com *E. cloeziana* de 32 anos de idade, relatam que 25% de tábuas serradas foram desclassificadas devido a arqueamentos e torções. Como rachaduras de topo e empenamentos requerem destopamento das tábuas, o rendimento em madeira serrada é reduzido, assim como as dimensões médias das peças. Formas adequadas de manuseio e estocagem, associadas a estratégias de desdobro, foram desenvolvidas por Waugh (2000) e podem ser aplicadas para reduzir problemas causados pelas tensões de crescimento. Adicionalmente, o melhoramento florestal pode fornecer uma solução biológica para os problemas de altos níveis de tensões, uma vez que esse fenômeno é geneticamente herdável para possibilitar sua redução (Malan, 1995; Schacht *et al.*, 1998). Da mesma forma, tratamentos silviculturas como o desbaste, conforme relatado por Marsh & Burgers (1967) e por Kubler (1988), podem também minimizar tensões de crescimento ao manterem uma taxa de crescimento constante e condições de crescimento estáveis.

Lima et al. (2002) concluíram que o índice de rachadura de topo de tora pode ser considerado uma propriedade muito importante e muito útil na seleção de árvores de eucaliptos para uso em serraria, mas respondem por apenas 50% das rachaduras de extremidade de peça serrada. Recomenda-se buscar as variáveis importantes que respondem pelos outros 50%.

A conicidade é uma característica natural das toras; os diâmetros médios das duas extremidades apresentam diferenças. Quando essa diferença é maior que 1 cm/metro (Grosser, 1980), a conicidade passa a implicar em problemas para o desdobro de toras, reduzindo o rendimento. Barchet (2001), estudando 15

espécies de eucaliptos de idade variando de 17 a 21 anos, verificou que a espécie de menor conicidade foi o *E. pilularis* 0,55 cm/m e a maior foi do *E. torelliana* 1,36 cm/m, sendo que todas as espécies, exceto o *E. pilularis*, formam um único grupo não diferindo entre si. Caixeta (2000), avaliando as características de toras de matrizes de híbridos de *Eucalyptus*, com idade variando entre 13 e 17 anos, encontrou que a conicidade média das toras foi igual a 1,51 cm/m e a circularidade das toras foi igual a 89,27 %.

O IBDF (1984) define o encurvamento ou tortuosidade como a mudança da direção do eixo longitudinal da tora, ao longo de uma ou mais partes ou mesmo em toda a tora. Os encurvamentos tanto podem surgir de fatores genéticos ou ser ocasionadas por influências ambientais (Grosser, 1980)

A excentricidade ou centro anormal pode ser considerada como sendo o deslocamento da medula do centro geométrico da tora. Este defeito é avaliado através da relação entre a distância do centro real (medula) ao centro geométrico e o diâmetro médio da ponta em que ocorre o defeito. Refere-se tanto à posição deslocada do centro (medula) da tora como à medula dupla. A ocorrência de medula excêntrica está intimamente relacionada com a formação de lenho de reação nas árvores (Kollmann & Côté Jr., 1968). Troncos com medula excêntrica são mais propensos ao empenamento e à formação de fendas circulares entre os anéis de crescimento, além de serem problemáticos para o processamento mecânico porque exigem posicionamento adequado das toras na serra (Grosser, 1980). O achatamento ou circularidade do caule está associado com a formação de medula excêntrica. O IBDF (1984) caracteriza achatamento pela presença de diâmetros diferentes numa mesma secção da tora, devendo ser avaliado nas duas extremidades da tora.

### 2.3 Defeitos da madeira serrada

Estudos realizados na Riocell, em colaboração com a Embrapa (CNPFlorestas), revelaram diferenças significativas entre clones de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* nas rachaduras de toras e rachaduras de tábuas. As variações entre locais também foram significativas, sugerindo que, além da seleção clonal, o zoneamento ambiental deva ser implementado como estratégia para a produção de madeira com menores tensões de crescimento (Assis, 1999).

Segundo Barchet (2001), existe uma relação inversamente proporcional entre o rendimento em madeira serrada e o encurvamento de tábua. O encurvamento é uma das manifestações das tensões de crescimento e a tensão de crescimento é prejudicial ao rendimento. Entretanto, o resultado encontrado mostra que o encurvamento responde por apenas 6,5% da variação de rendimento em madeira serrada. O encurvamento desqualifica a madeira e reduz o seu valor comercial. Entretanto, pode ser corrigido no momento da secagem e da utilização das tábuas.

Barchet (2001), ao estudar 15 espécies de eucalipto, verificou que as rachaduras de extremidade de tábuas aumentam da casca para a medula. As espécies que mais racharam nas extremidades das tábuas foram o *Eucalyptus pilularis* (36,28 cm) e o *Eucalyptus microcorys* (34,74 cm) e os que menos racharam foram *Eucalyptus resinifera* (13,02 cm) e o *Eucalyptus toreliana* (6,67cm). Caixeta (2000) dividiu 44 genótipos de híbridos de *Eucalyptus* em três classes de índice de rachaduras das tábuas após desdobro (classe I, índice de rachadura médio = 5,9 %; classe II, índice de rachadura = 10,4 % e classe III, índice de rachadura = 24,8 %).

Crespo (2000) estudou a tensão de crescimento e suas conseqüências no desdobro e secagem do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. O método de

desdobro utilizado foi o de corte simultâneo numa serra de fita dupla, com reserra numa serra circular múltipla. Uma das conclusões dessa autora é de que existe uma correlação entre rachadura de extremidade de tábua e rachadura da tora. Para o *Eucalyptus saligna*, 77% das dimensões das rachaduras são explicadas pelas rachaduras de extremidade de tora, enquanto, para o *Eucalyptus grandis*, essa correlação foi de apenas 21%, indicando que a maior parte das rachaduras das tábuas está ocorrendo durante o processo de desdobro. Isto também indica que a técnica de desdobro utilizada para as duas espécies não foi adequada para o *Eucalyptus grandis*.

Conforme o IBDF (1983), na norma para classificação de madeira serrada de folhosas, o encurvamento é o empenamento longitudinal da face; curvatura ao longo do comprimento da peça de madeira num plano perpendicular à face.

No estudo de Barchet (2001) com 15 espécies de eucalipto, foi verificado que para o encurvamento logo após o desdobro, destacaram-se o *Eucalyptus microcorys* com a maior flecha (12,87 mm) e o *Eucalyptus citiodora* com a menor flecha encontrada (5,33 mm). Tanto as toras de base como as superiores, produziram tábuas que se encurvaram com a mesma intensidade. O IBDF (1983) define arqueamento como sendo o empenamento longitudinal das bordas; curvatura ao longo do comprimento da peça de madeira, num plano paralelo à face.

Del Menezzi (1999), estudando *Eucalyptus cloeziana* de 17 anos de idade e *Eucalyptus grandis* de 21 anos de idade, afirmou que do ponto de vista de utilização de peças, o pior defeito é o arqueamento, que é o empenamento lateral. Também avaliando arqueamento, Crêspo (2000) concluiu que em *Eucalyptus saligna* e em *Eucalyptus grandis* com 20 anos de idade esse defeito foi gerado durante o desdobro, pela simples liberação das tensões de crescimento



residuais na tora. Ela também observou que a flecha da tora não influencia o arqueamento da madeira serrada.

## **2.4 Métodos de desdobro**

Existem diversos métodos de desdobramento das toras. A escolha de um ou de outro método vai depender, entre outros aspectos, do produto final desejado; dos defeitos externos, dos defeitos internos e das dimensões das toras; do tipo e das especificações das serras. As técnicas de desdobro para madeira de eucalipto podem ser classificadas em Del Menezzi, (1999):

- tangencial ou radial - segundo os anéis de crescimento e os raios lenhosos;
- paralelo à casca ou paralelo à medula - segundo o eixo longitudinal;
- sucessivo, simultâneo ou alternado - segundo a continuidade dos cortes;
- métodos especiais de corte por defeitos.

### **2.4.1 Desdobro tangencial**

O desdobro tangencial consiste na obtenção de peças tangenciais às camadas de crescimento. Entretanto, quando o corte passa pela proximidade da medula, ou tem orientação diametral, também são obtidas peças com face radial. Este tipo de desdobro é preferido na Austrália por apresentar melhor desenho, maior rendimento em madeira serrada, menor limitação de largura das tábuas e maior rapidez de secagem. Este método apresenta também a vantagem de permitir que o empenamento apresentado pelas tábuas (i.e. encurvamento) seja mais facilmente corrigido do que o apresentado pelas tábuas radiais.

Entre os métodos tangenciais, Del Menezzi & Nahuz (1998) apresentam o corte tangencial balanceado (CTB) como recomendável para toras de *Eucalyptus*. Esse método, que também pode ser denominado como tangencial

diferenciado, libera gradualmente as tensões em ambos os lados da tora evitando que tábuas apresentem espessura menor nas extremidades e maior no centro. Este esquema foi testado por Sharma et al. (1988) em *Eucalyptus tereticornis* utilizando serra de fita simples. Ele mostra que a porção central não é cortada, produzindo tábuas que não contenham cerne quebradiço ou medula. Os autores afirmam que o CTB produz tábuas de espessura mais uniforme e com reduzida incidência de empenamentos após o desdobro em relação à técnica de cortes radiais.

#### **2.4. 2 Desdobro radial**

O desdobro radial consiste na produção do maior número possível de peças com faces radiais. Esse corte possibilita melhor aparência devido à disposição dos raios e da grã, é menos susceptível ao encanoamento e ao fendilhamento, mas exige uma grande movimentação da tora, reduzindo a produtividade.

As tábuas provenientes desse método apresentam uma propensão ao arqueamento logo após o desdobro. Para corrigir este defeito, as peças deverão passar por serras ou plainas, o que poderá reduzir a produtividade. Segundo Garcia (1995), mesmo peças com arqueamento não estão inutilizadas, sendo adequadas para solicitações de flexão, em que a flecha natural serve como uma contra flecha na estrutura.

#### **2.4.3 Desdobro em cortes simultâneos**

O desdobro com cortes simultâneos consiste na realização de dois ou mais cortes por vez, executados em serras duplas ou múltiplas. Com os cortes simultâneos será favorecida a liberação simétrica e simultânea das tensões,

produzindo tábuas de medidas mais acuradas (Nahuz & Del Menezzi, 1998). Esta técnica de desdobro produz tábuas com espessuras mais uniformes do que produzidas em outros métodos. Nahuz et al (1999) relatam que dentre os métodos de desdobro disponíveis, um dos mais indicados para o eucalipto é o de corte simultâneo.

As serras duplas ou múltiplas apresentam as vantagens de serem rápidas e de alta produtividade porém, requerem toras de qualidade e tamanho uniforme.

Montagna et al. (1991) utilizaram a técnica de cortes simultâneos das duas costaneiras a  $1/3$  do raio, voltaram a tora e novamente retiraram as duas costaneiras na mesma posição, utilizando serra de fita dupla. Do bloco resultante obtiveram tábuas sequenciadas utilizando serra de fita simples. Segundo esses autores, devido às tensões de compressão e de tração serem zero a  $1/3$  do raio da tora, as tábuas apresentaram um menor índice de rachadura, comparadas com as tábuas de cortes paralelos (tangencial tradicional).

Miranda (1997) verificou a influência do espaçamento do *Eucalyptus saligna* Smith no rendimento em madeira serrada. A autora concluiu que o método de desdobro em cortes simultâneos mostrou-se eficiente na redução dos efeitos das tensões de crescimento.

#### **2.4.4 Método de desdobro SSR**

O método de desdobro SSR consiste em serrar – secar – resserrar (SSR), realizando o desdobro tangencial das toras em cortes simultâneos, produzindo pranchas espessas, que são secas e depois resserradas nas dimensões finais desejadas (Del Menezzi & Nahuz, 1998).

Marshal, citado por Del Menezzi (1999), afirmou que a secagem de pranchas largas no SSR praticamente elimina o arqueamento, pois durante a secagem reduzem-se as tensões de crescimento das tábuas.

Del Menezzi (1999), ao estudar a utilização de um método combinado de desdobro e secagem de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, concluiu que durante o desdobro e a resserra das tábuas verdes em ambas espécies, ficaram evidentes as conseqüências da liberação das tensões em tábuas e ripas recém-serradas. O encurvamento apresentou intensidade média de 5,00 mm/m em tábuas e ripas verdes, enquanto a rachadura mostrou intensidade média de 19,00 mm/m em tábuas e 5,00 mm/m em ripas verdes. Entre as espécies estudadas o *Eucalyptus grandis* apresentou menor frequência e intensidade dos defeitos em tábuas e ripas verdes, à exceção da frequência das rachaduras nas tábuas. Notou-se também que o método de desdobro SSR reduziu a frequência do arqueamento comparado ao método convencional, além de reduzir a intensidade do arqueamento nas espécies, reduziu a porcentagem de peças rejeitadas em ambas as espécies. A redução da frequência do encurvamento foi em torno de 5% e do arqueamento, em torno de 50%, o que se refletiu-se na redução drástica da frequência das ripas com duplo empenamento, superior a 67%.

## 2.5 Rendimento

→ O rendimento ou taxa de conversão em madeira serrada é a relação entre o volume de madeira serrada e o volume da tora.

O rendimento ao desdobro significa um maior aproveitamento das toras e pode ser afetado de diferentes formas. De acordo com Rocha & Tomaselli (2001), o rendimento é afetado pela qualidade das toras, dos equipamentos e técnicas de desdobro, assim como da qualificação profissional dos operários.

Em termos gerais, o rendimento varia de 55% a 65% para coníferas e de 45% a 55% para folhosas (Rocha & Tomaselli, 2001). De acordo com Acosta (1995), na Argentina, considera-se um sistema eficiente de desdobro de eucalipto, aquele que atinge um rendimento na ordem de 41,5% de tábuas e tirantes, 10,6% de serragem, 8-10% de casca, 12,5% de despontes e recortes e 25,6% de costaneiras. Ainda segundo Acosta, nos sistemas rústicos normais, a produção de tábuas oscila entre 30-35%, sendo freqüente o aproveitamento das costaneiras que são aproveitadas nas fábricas de caixotes. Barchet (2001), estudando a potencialidade de 15 espécies de eucaliptos com idade variando de 17 a 23 anos para a produção de madeira serrada, encontrou rendimentos bem maiores. O rendimento médio em madeira serrada das toras sem casca, já descontadas as perdas por rachaduras, segundo ele, foi de 62,77%. As espécies que apresentaram os melhores desempenhos para produção de madeira serrada foram *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus torelliana*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus pellita* e o *Eucalyptus maculata*.

De acordo com Crêspo (2000), a conicidade de toras de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* (20 anos) apresentou, sobre o rendimento em madeira serrada, impacto significativamente maior que a rachadura de extremidade da tora e rachadura de extremidade de tábua. É possível deduzir, do gráfico apresentado por Crêspo (2000), que para *E. grandis*, quando a conicidade varia de 0,5 cm/m a 3,0 cm/m, o rendimento em madeira serrada verde varia de 42 % a 30 %. Para *E. saligna*, uma variação da conicidade de 0,5 cm/m a 3,8 cm/m foi acompanhada de uma variação de 48 % a 30 % no rendimento de madeira serrada verde.

Caixeta (2000) avaliou o rendimento de madeira serrada em 44 genótipos de híbridos naturais de *Eucalyptus* com idades de 13 a 17 anos. De seus resultados, esse autor concluiu que o rendimento médio obtido, equivalente

a 59 %, foi elevado. Entretanto, isso foi devido à produção de uma prancha central de 10 a 12 cm de espessura.

Severo (2002), avaliando o efeito da vaporização no alívio das tensões de crescimento em toras de eucalipto, verificou uma redução significativa tanto no comprimento como na largura das rachaduras e abertura das tábuas em relação à tora, principal responsável pela variação em espessura das tábuas durante o desdobro. Houve uma redução na abertura das tábuas em relação à tora (41,7%) e conseqüente variação em espessura, comprimento e largura das rachaduras, atingindo 13,0%, 44,3% e 52,2%, respectivamente.

## **2.6 Qualidade da madeira serrada**

Para a devida valorização da madeira, o material disponibilizado para a comercialização ou utilização, na forma de tábuas, por exemplo, deve ser classificado em termos de seus defeitos. Os defeitos da madeira podem ser intrínsecos ou resultantes do processo de corte, transporte, desdobro e/ou secagem (Muñiz, 2002).

Nahuz (2002) afirma que de maneira geral, a madeira produzida pelas florestas plantadas no Brasil apresenta volumes significativos, embora, por vezes, a qualidade seja apenas aceitável. Informações como desdobro, velocidades de alimentação das serras, formas de dentes de serras a serem utilizados e propriedades das espécies que afetam o seu processamento resultam em menor incidência de defeitos, contribuindo para uma melhor qualidade da matéria-prima. A madeira de eucalipto, por ser proveniente de plantação florestal, traz dentro de si uma carga significativa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico na forma de melhoramento florestal, da classificação melhorada e da velocidade de crescimento das árvores, da resistência ao ataque de pragas (fungos e insetos), do comprimento das fibras e teor de celulose, das suas

propriedades físico-mecânicas e da reduzida incidência de defeitos. O aprimoramento contínuo com objetivo de garantir a uniformidade de densidades, cores e propriedades, a redução e a melhor distribuição das tensões de crescimento na madeira devem sempre serem requeridos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Seleção e transporte do material

Foram utilizadas, neste trabalho, 33 toras provenientes de 10 clones de híbridos de *Eucalyptus* spp., selecionados entre 34 clones cultivados pela Companhia Mineira de Metais - Unidade Agroflorestral Riacho - Município de Vazante-M.G. Um dos materiais, o clone 44, foi selecionado com duas idades, sendo, portanto, avaliados 11 materiais genéticos com 3 toras/material genético.

A Tabela 2 apresenta a relação dos clones usados, suas idades, espaçamento de plantio e local plantado.

TABELA 2 Relação do material genético usado.

Clone	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Local
58	7,5	10x4	Q4- Fazenda Riacho
62	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso
02	10,5	6x4	Pesq. 91 F. Bonsucesso
44	7,5	6x4	ATC-94 F. Bonsucesso
44	13,5	3x3	ATC-88Proj. 81F. Bonsucesso
66	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
36	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
41 <sup>A</sup>	8,5	10x4	Q1-93- Fazenda Riacho
280	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
299	7,5	10x4	Q4-94- Fazenda Riacho
07	10,5	6x4	Pesq. 91 Fazenda Riacho

ATC- área de teste clonal; Pesq. - pesquisa; F. Bonsucesso - Fazenda Bonsucesso; Q - quadra; FRI - Fazenda Riacho.

Este material foi coletado num plantio de 7,5 a 13,5 anos de idade, amostrando-se três árvores por clone, medindo-se a circunferência a 1,30 m de altura. Após as árvores serem derrubadas a 30 cm de altura do solo, mediu-se o fuste de cada árvore e em seguida foi cortada uma tora de 7,0 m de comprimento. Todas as toras foram identificadas em suas extremidades e, logo após o pincelamento com parafina derretida, foram transportadas para o pátio da empresa. No segundo dia após a derrubada, as toras foram conduzidas para a Unidade Experimental de desdobro e secagem da madeira na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### **3.2 Preparo das toras**

Na Unidade Experimental de Desdobro e Secagem da Madeira as toras foram descarregadas. Após 5 dias da chegada no pátio da serraria, retirou-se um torete de 40 cm de comprimento da extremidade da base de cada tora para uniformizar a conicidade. Foi retirada também uma tora de 2,9 m de comprimento, que foi utilizada para avaliação de métodos de desdobro (o restante da tora foi utilizado em outros trabalhos). As toras foram novamente identificadas através do número do material genético e do método de desdobro a ser empregado.

### **3.3 Coleta de dados das toras**

As toras foram classificadas pela Norma para Classificação de Toras de Madeiras de Folhosas (IBDF, 1984).



### 3.3.1 Cubagem

A cubagem das toras foi realizada com duas medidas de diâmetro sem casca em cada uma de suas extremidades (base e topo), utilizando-se uma régua graduada em milímetros. Com estas medidas, obteve-se o diâmetro médio de cada tora, utilizado no cálculo do seu volume.

O diâmetro médio foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$D = \frac{(D_1 + D_2 + D_3 + D_4)}{4},$$

em que:

$D$  = diâmetro médio (cm);

$D_1$  = diâmetro maior da base (cm);

$D_2$  = diâmetro menor da base (cm);

$D_3$  = diâmetro maior do topo (cm);

$D_4$  = diâmetro menor do topo (cm).

Então:

$$V = \frac{\pi * D^2 * C}{40000},$$

em que:

$V$  = Volume da tora ( $m^3$ );

$D$  = Diâmetro médio da tora (cm);

$C$  = Comprimento da tora (m).

### 3.3.2 Conicidade

A conicidade foi determinada de acordo com o esquema mostrado na Figura 1.

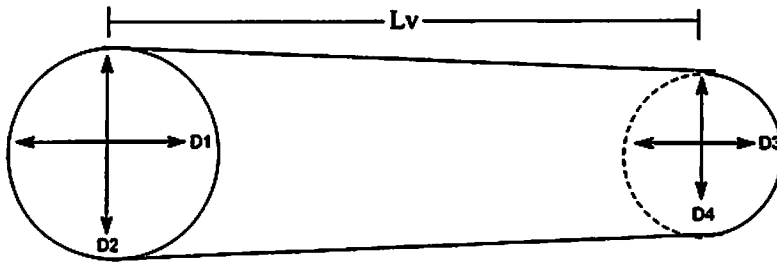


FIGURA 1. Conicidade da tora.

A conicidade da tora foi obtida através dos diâmetros médios das duas extremidades de acordo com a seguinte expressão:

$$CO = \frac{\left(\frac{D1 + D2}{2}\right) - \left(\frac{D3 + D4}{2}\right)}{Lv},$$

em que:

$CO$  = Conicidade (cm/m);

$D1$  = Diâmetro maior da base (cm);

$D2$  = Diâmetro menor da base (cm);

$D3$  = Diâmetro maior do topo (cm);

$D4$  = Diâmetro menor do topo (cm);

$Lv$  = Comprimento da tora (m).

### 3.3.3 Encurvamento

O encurvamento foi determinado de acordo com o esquema mostrado na Figura 2.

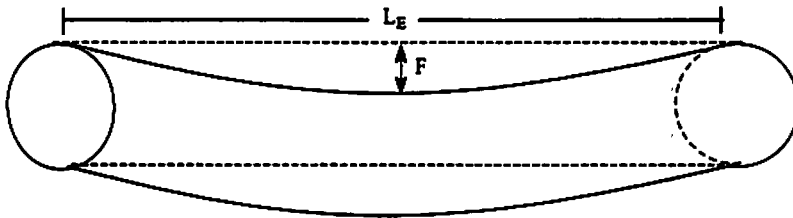


FIGURA 2. Encurvamento da tora

O encurvamento da tora foi obtido pela medida da flecha formada pela mudança de direção do eixo longitudinal da tora. Utilizou-se uma linha de nylon e uma régua graduada em milímetros. O encurvamento foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$E = \frac{F}{L},$$

em que:

$E$  = Encurvamento (mm/m);

$F$  = Flecha (mm);

$L$  = Comprimento do encurvamento (m).

### 3.3.4 Excentricidade da medula

A excentricidade da medula foi determinada conforme o esquema mostrado na Figura 3.

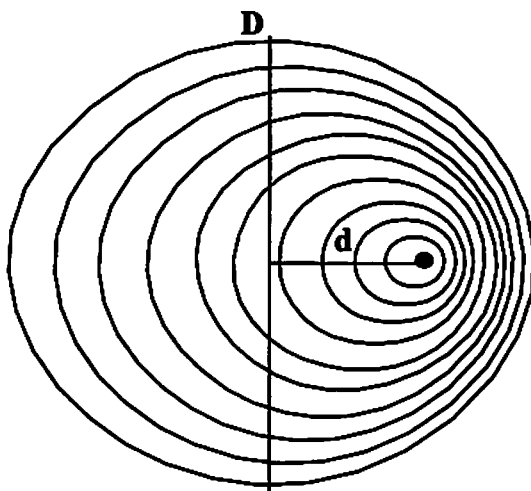


FIGURA 3. Excentricidade da medula na tora

A excentricidade da medula foi obtida através da distancia entre o centro geométrico de cada extremidade da tora e o centro real da medula. Utilizou-se o lápis cópia para marcar o centro geométrico e a régua graduada em milímetros. A excentricidade da medula foi calculada de acordo com a seguinte expressão:

$$EXMD = \frac{d}{D} * 100,$$

em que:

*EXMD* = Excentricidade da medula (%);

*d* = distância entre o centro geométrico da tora e o centro da medula (cm);

*D* = diâmetro médio da tora (cm).

### 3.3.5 Largura da rachadura

Foi medida a largura da maior rachadura de cada uma das extremidades da tora, obtendo-se, assim, a largura média da rachadura. Utilizou-se um jogo de

lâminas de calibração para medição. A largura da rachadura foi calculada pela seguinte expressão:

$$LR = \frac{LR_1 + LR_2}{2},$$

em que:

$LR$  = Largura média da rachadura (mm);

$LR_1$  = Largura da rachadura na base (mm);

$LR_2$  = Largura da rachadura no topo (mm).

### 3.3.6 Achatamento ou circularidade

O achatamento ou circularidade das toras foi determinado de acordo com o esquema mostrado na Figura 4.

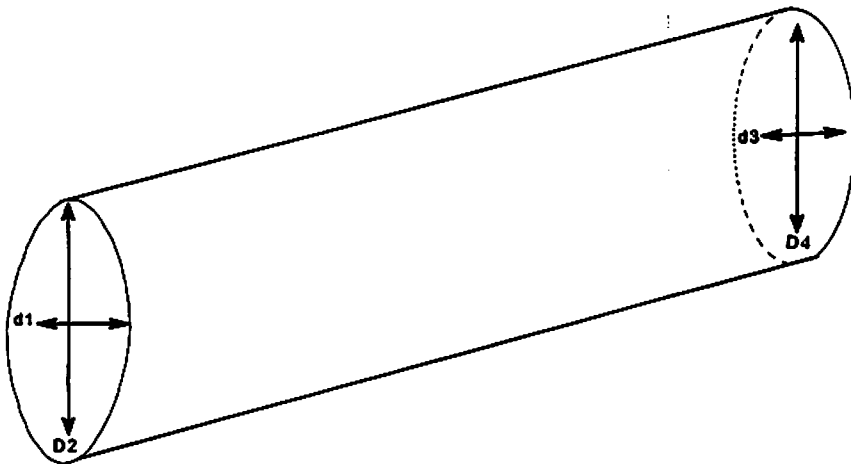


FIGURA 4. Achatamento da tora

O achatamento foi calculado medindo-se a diferença entre diâmetros perpendiculares entre si em cada extremidade da tora. O achatamento médio foi calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$ACH = \frac{d}{D} * 100,$$

em que:

$ACH$  = Achatamento (%);

$d$  = Menor diâmetro da extremidade da tora, respectivamente, na base ( $d_1$ ) e no topo ( $d_3$ );

$D$  = Maior diâmetro da extremidade da tora, respectivamente, na base ( $D_2$ ) e no topo ( $D_4$ ).

### 3.4 - Desdobro das toras

#### 3.4.1 Máquinas e equipamentos

O desdobro foi realizado em serra de fita simples munida com carro porta-toras. As especificações da serra fita são:

- marca: Schiffer
- diâmetro do volante: 100 cm
- tensionamento da lâmina: 80 Kgf/cm<sup>2</sup>
- espessura de corte: 2,8 mm
- rotações: 1175 rpm
- potência: 30 (40) CV

A serra de fita foi regulada para que as peças (tábuas e pranchão central) produzidas no desdobro tivessem 3 cm de espessura.

As peças foram canteadas em serra circular canteadeira com as seguintes especificações:

- marca: Schiffer

- modelo: SCG 20
- potência: 10 CV
- rotações: 3480 rpm
- Número de dentes da serra: 48 dentes
- espessura de corte: 4,6 mm

O destopamento foi realizado em serra circular destopadeira tipo pêndulo com as seguintes especificações:

- número de dentes: 72 dentes
- potência do motor: 5 CV
- rotações: 1740 rpm

### 3.4.2 Métodos de desdobro

#### 3.4.2.1 Desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1)

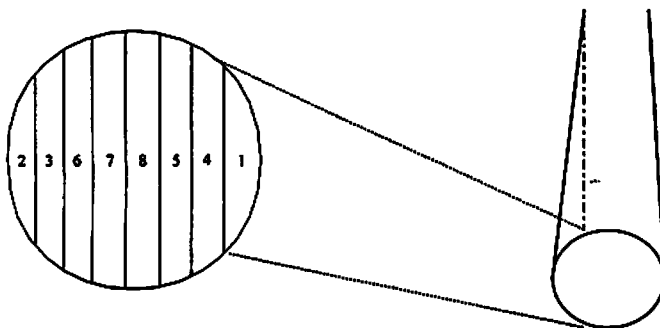


FIGURA 5. Método de desdobro tangencial balanceado (M1)

O método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora está esquematizado na Figura 5. Neste método, a tora é colocada no carro-portadoras, que ao passar pela serra de fita permite a retirada a primeira costaneira. Após um giro de  $180^\circ$  na tora é retirada a segunda costaneira e a primeira tábuas.

Girando-se a tora novamente em  $180^\circ$ , são retiradas mais duas tábuas. Com novo giro de  $180^\circ$ , retorna-se ao lado oposto, em que mais duas tábuas são retiradas. E assim sucessivamente até ser retirada a última peça, também denominada pranchão central.

### 3.4.2.2 Desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a $1/3$ do raio da tora (M2)

O desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a  $1/3$  do raio da tora (M2) é ilustrado na Figura 6.

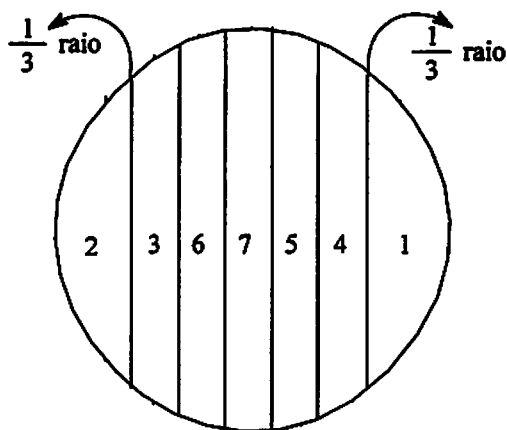


FIGURA 6. Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a  $1/3$  do raio da tora (M2)

As toras destinadas ao método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a  $1/3$  do raio da tora foram fixadas e encostadas no carro-portadoras, identificando-se o centro geométrico de suas extremidades. A partir daí foi calculado o raio médio da tora, tornando-se possível assinalar com um risco de giz, nas extremidades das toras, os dois pontos do corte a  $1/3$  do raio. De acordo



com esse método, exatamente sobre essa marca retiram-se as duas costaneiras e, em seguida, a tábua. Girando-se a tora 180°, retiram-se as tábuas do lado oposto e assim, sucessivamente, até a retirada do pranchão central (espessura aproximada de 6 cm), da mesma forma como no método M1.

### 3.4.2.3 Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3)

O desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3) é ilustrado na Figura 7.

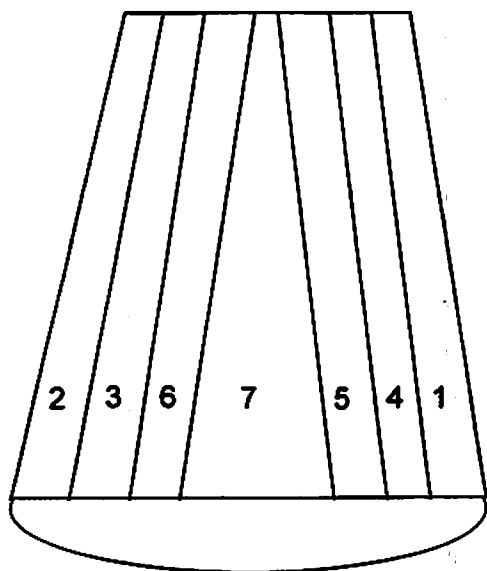


FIGURA 7. Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3).

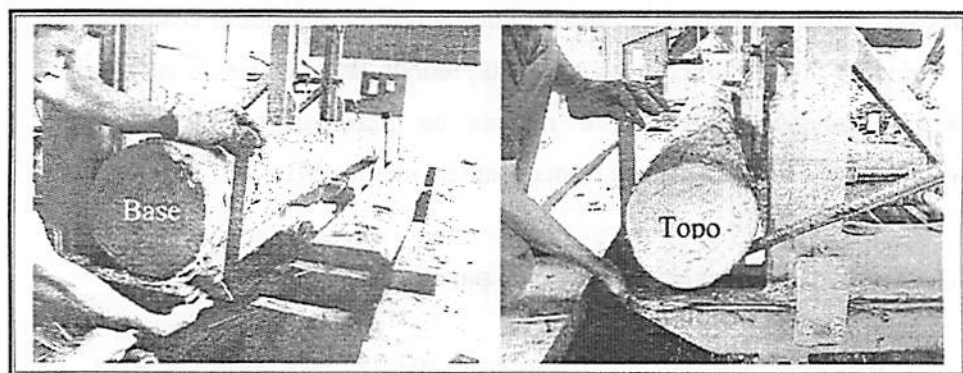


FIGURA 8. Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3).

Neste método, a base da tora foi fixada e encostada na haste do carro-porta-toras. Esta haste deslocou a tora até que esta tocasse num esquadro apoiado na extremidade da mesa do carro-porta-toras. Em seguida o topo da tora foi deslocado com o auxílio de alavanca até encostar em outro esquadro, apoiado na outra extremidade da mesa do carro-porta-toras sem encostar na haste, conforme a Figura 8. Desta maneira, a tora foi alinhada com a lâmina da serra de fita para se obter a primeira costaneira. Fez-se um giro de  $180^\circ$ , alinhou-se novamente a tora no corte paralelo à casca e obteve-se a outra costaneira e a primeira tábuas. Girou-se a tora novamente  $180^\circ$ , alinhada no corte paralelo à casca para se obter a primeira e a segunda tábuas do lado oposto e assim, sucessivamente, até ser retirado o pranchão central que apresentou formato de cunha (Figura 7).

Logo após o desdobro das toras, as tábuas foram canteadas na serra circular canteadeira, produzindo-se a maior largura possível.

### 3.4.3 Volume das peças

Assim que as peças eram produzidas, mediam-se as espessuras em três pontos (base, centro e topo), utilizando-se um paquímetro digital.

Cada peça foi identificada conforme o número do clone, método de desdobro e sua seqüência de corte. Em seguida foram canteadas na serra circular tendo como objetivo obter peças com a maior largura possível, quinas vivas e sem a presença de cascas. Para medir a largura das peças, foi utilizada uma régua graduada em milímetro.

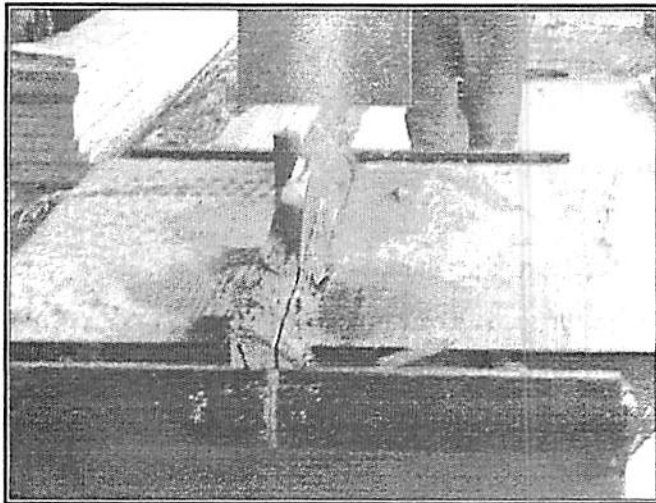


FIGURA 9. Transformação das costaneiras em ripas.

Com o objetivo de promover melhor aproveitamento das toras, as costaneiras obtidas nos três métodos de desdobro, foram resserradas na serra circular canteadeira em que se obtiveram ripas (Figura 9) nas seguintes dimensões nominais:

- espessura: 1,7 cm

- largura: 5,0 cm
- comprimento: 2,9 m

Desta forma:

$$V = \frac{E * L * (C - Cr)}{10000},$$

em que:

$V$  = Volume ( $m^3$ );

$E$  = Espessura (cm);

$L$  = Largura (cm);

$C$  = Comprimento da peça (cm);

$Cr$  = Comprimento da rachadura (cm).

#### 3.4.4 Rachadura das peças

Após o corte das tábuas, coletaram-se os dados da largura e comprimento da maior rachadura em cada extremidade das peças. A extensão longitudinal da rachadura foi identificada por um risco feito a lápis exatamente no local em que ela finalizava. O comprimento foi medido com uma régua graduada em milímetros e a largura, com um conjunto de lâminas de calibração de velas automotivas. O comprimento da rachadura foi determinado de acordo com a seguinte expressão:

$$Cr = Crb + Crt,$$

em que:

$Cr$  = Comprimento da rachadura da peça (cm);

$Crb$  = Comprimento da rachadura na extremidade da base (cm);

$Crt$  = Comprimento da rachadura na extremidade do topo (cm).

A seguir as peças foram empilhadas e tiveram as extremidades esquadrejadas. Com isto, o comprimento foi padronizado e reduzido para 2,8 m.

O método de medição das rachaduras das tábuas é ilustrado na Figura 10.

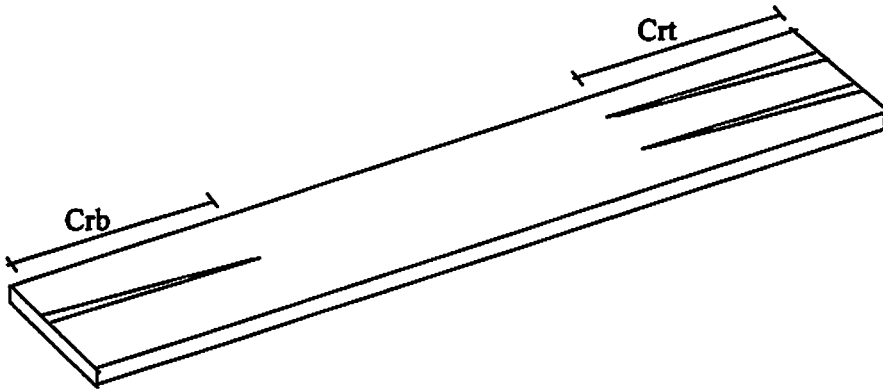


FIGURA 10. Método de medição das rachaduras das peças.

### 3.4.5 Empenamentos das tábuas

Os empenamentos (encurvamento e arqueamento) das tábuas foram medidos imediatamente após o desdobro, com a madeira ainda verde.

#### 3.4.5.1 Encurvamento das tábuas

O encurvamento foi medido com auxílio de régua graduada em milímetro no local de maior flecha, esticando-se uma linha de nylon presa nos extremos da tábua. Foi quantificado pelo comprimento da flecha em relação ao comprimento da peça.

$$E = \frac{F}{L},$$

em que:

$E$  = Encurvamento da tábua (mm/m);

$f$  = Flecha (mm);

$L$  = Comprimento da peça (m).

O encurvamento das tábuas é ilustrado na Figura 11.

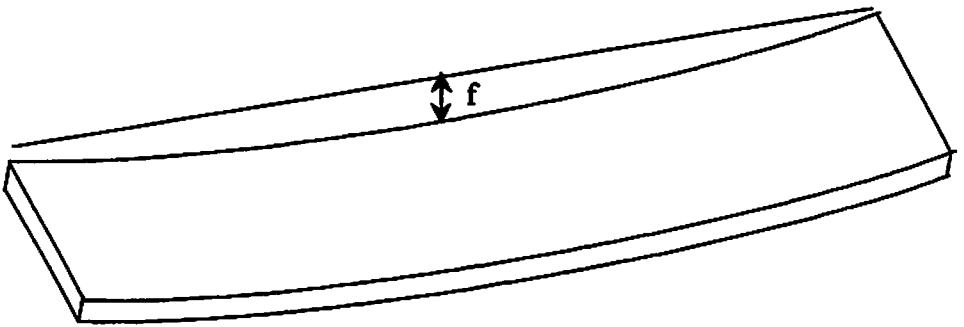


FIGURA 11. Encurvamento das tábuas

### 3.4.5.2 Arqueamento das tábuas

O arqueamento foi medido esticando-se uma linha ao longo da lateral da tábua e medindo-se o local de maior afastamento, com o auxílio de uma régua graduada em milímetros. Foi quantificado pelo comprimento da flecha em relação ao comprimento da peça.

$$A = \frac{F}{L},$$

em que:

$A$  = Arqueamento da tábua (mm/m);

$F$  = Flecha (mm);

$L$  = Comprimento da peça (m).

O arqueamento das tábuas está ilustrado na Figura 12.

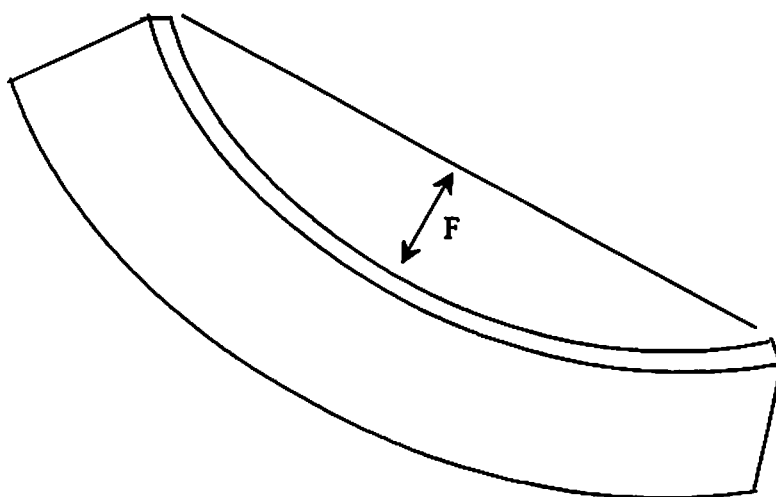


FIGURA 12. Arqueamento das tábuas

### 3.4.6 – Rendimento

Após a obtenção do volume de todas as tábuas, pranchões centrais e ripas provenientes de cada tora, o rendimento foi calculado através da seguinte fórmula:

$$R = \frac{\sum V_t}{V} * 100,$$

em que:

$R$  = Rendimento em madeira serrada (%);

$\Sigma V_i$  = Somatório dos volumes das tábuas, pranchões centrais e/ou ripas oriundas da tora ( $m^3$ );

$V$  = Volume total da tora que deu origem às tábuas, pranchões e ripas ( $m^3$ ).

### 3.5 Análise estatística

Na avaliação dos dados utilizaram-se a técnica multivariada, a análise de agrupamento, e o método hierárquico do vizinho mais próximo. Adotou-se como medida de similaridade ou dissimilaridade a Distância Euclidiana Média, pois ela contorna os problemas de escala, através da expressão:

$$d_{ii'} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_j (X_{ij} - X_{i'j})^2},$$

em que:

$d_{ii'}$  = Distância Euclidiana Média;

$X_{ij}$  = observação no  $i$ -ésimo clone em referência ao  $j$ -ésimo método de desdobro.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e respectivos coeficientes de variação (CV) das características determinadas nas toras encontram-se nas Tabelas 3, 4, 5 e 6. Nas Tabelas 7 a 12 encontram-se os valores das características avaliadas após o desdobro das toras.

### 4.1 Dimensões da árvore por clone

As dimensões da árvore por clone foram analisadas através do diâmetro com casca a 1,30 metros e altura total da árvore, conforme está apresentado na Tabela 3.

TABELA 3. Valores médios das dimensões das árvores amostradas por clone.

Clone	Diâmetro com casca a 1,30 m		Altura total	
	Média (cm)	CV (%)	Média (m)	CV (%)
66	27,0	9,06	33,0	4,54
36	28,6	8,74	32,1	0,18
41	29,4	5,64	29,9	6,31
7	31,3	3,96	25,9	2,32
58	32,2	9,65	32,0	0,18
280	30,4	4,62	30,9	0,74
299	26,5	4,22	30,7	1,31
44/88	30,1	0,81	37,2	2,02
2	27,7	2,83	26,9	0,21
44/94	25,7	6,53	30,1	0,57
62	28,3	4,36	30,0	2,16
Média	28,9	5,49	30,8	1,87

É importante ressaltar que essas dimensões não refletem obrigatoriamente as características do povoamento, uma vez que as árvores não foram amostradas para essa finalidade. As árvores dos clones selecionados

apresentaram diâmetro médio de 28,9 cm. Acima da média geral, em ordem crescente, destacam-se os clones 41, 44/88, 280, 7 e 58 como os maiores diâmetros. O clone 44/94 apresentou o menor diâmetro.

Com relação à altura total das árvores, verificou-se que a média geral foi de 30,8 metros, destacando-se acima desta, em ordem crescente, os clones 280, 58, 36, 66 e 44/88. O clone 7 apresentou a menor altura de árvores. Em termos da destinação desses clones para serraria, pode-se afirmar que árvores de clones de maior altura permitem que o mesmo tronco produza maior número de toras para o desdobro, o que facilita as operações de colheita e transporte florestal. Pode-se otimizar a aplicação do tronco para usos mais exigentes do que aqueles tradicionalmente empregados, além de permitir que toras mais longas sejam empregadas no desdobro. Entretanto, o comprimento da tora é um fator que afeta o rendimento (Steele, citado por Scanavaca Jr. (2001). Toras de maior comprimento apresentam maior efeito de conicidade, o que pode resultar em maiores perdas no rendimento devido à produção de costaneiras mais espessas.

#### **4.2 Formato das toras**

O formato externo das toras foi avaliado através da conicidade, encurvamento e achatamento, conforme apresentado na Tabela 4.

A conicidade média das toras foi de 1,4 cm/m, o que representa um baixo valor, sendo que os clones podem ser classificados como superiores para esta característica, conforme classificação do IBDF (1984). Os clones de melhores conicidades (menores valores) foram 44/94 e 36 (Tabela 4), tendo o clone 58 apresentado a maior conicidade.

TABELA 4. Valores médios para as características de formato externo das toras.

Clone	Conicidade		Encurvamento		Circularidade	
	cm/m	CV (%)	mm/m	CV (%)	%	CV (%)
66	1,3 a	50,7	9,0 a	71,2	96,4 a	2,24
36	0,9 a	29,2	13,2 a	50,1	95,2 a	0,86
41	1,3 a	20,1	12,8 a	44,7	96,5 a	0,95
7	1,7 a	35,6	12,0 a	10,1	97,5 a	1,9
58	2,1 a	16,6	10,3 a	75,1	95,8 a	0,62
280	1,4 a	62,6	12,5 a	55,8	93,5 a	8,14
299	1,2 a	45,9	6,8 a	28,0	97,6 a	2,7
44/88	1,4 a	12,5	10,9 a	24,1	92,7 a	2,91
2	1,4 a	23,9	8,5 a	20,4	94,1 a	5,06
44/94	0,8 a	20,8	16,7 a	77,8	88,7 a	1,94
62	1,5 a	22,6	9,1 a	36,5	95,1 a	1,35
Média	1,4	31,0	11,1	44,9	94,8	2,6

a = médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade

De acordo com a classificação de Grosser (1980), de um modo geral os troncos podem ser considerados como cônicos quando a diminuição do seu diâmetro importa em mais de 1 cm/m. Quanto a essa classificação, as toras dos clones como o 44/94 e o 36 tenderiam a apresentar maiores rendimentos no desdobro. De acordo com Scanavaca Jr. (2001), a conicidade média com casca de *Eucalyptus urophylla*, com 19 anos de idade foi de apenas 0,0182 cm/m, com amplitude de 0 a 0,0449 cm/m, não se observando diferença estatística entre 20 progênies de meio-irmãos.

Para o encurvamento das toras (Tabela 4), os clones apresentaram média geral de 11,1 mm/m, o que representa um valor baixo, sendo que de acordo com classificação do IBDF (1984), esses clones podem ser considerados como superiores (igual ou inferior a 30,0 mm/m). Destacaram-se entre os melhores, abaixo da média em ordem crescente, os clones 58, 62, 66, 2 e 299. O clone 44/94 apresentou o maior encurvamento, porém com rendimento próximo da média, e também foi considerado como superior pela classificação observada.

Quanto a esta característica, clones que produzem toras mais retas, como os clones 299 e 2, tendem a produzir maior rendimento, maior produtividade no desdobro e peças de maiores dimensões (Grosser, 1980). Segundo Lima (2001), o encurvamento médio observado em sete clones de *Eucalyptus* com 16 anos de idade, plantados em Aracruz (ES), foi igual a 7,64 mm/m, variando de 5,25 mm/m a 9,83 mm/m para diferentes clones.

A média geral do achatamento, ou circularidade, das toras foi de 94,8% , destacando-se os clones 7 e 299 (Tabela 4). O clone 44/94 apresentou o maior valor de achatamento. De forma geral, os valores encontrados denotam alta circularidade das toras, possibilitando a classificação dos clones como superiores conforme classificação do IBDF (1984). Observando apenas essa característica, pressupõe-se que os rendimentos do desdobro de toras de clones com esse formato seriam pouco afetados pelo achatamento. A circularidade média em toras basais, entre seis clones de *Eucalyptus* com 2 anos de idade, plantados na região do Vale do Rio Doce e Guanhães (MG), foi igual a 95,8% (Lima, 2003). Para esses seis clones, a circularidade variou entre 95,4% e 96,1%.

As diferenças observadas entre clones foram em geral pequenas. De fato, estatisticamente observa-se pela Tabela 4 que não houve diferença entre as médias de conicidade, encurvamento e achatamento entre os clones, quando foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott – Knott ao nível de 5% de probabilidade. Estes resultados indicam que essas características não influenciam os rendimentos no desdobro.

#### **4.3 Defeitos internos da tora**

Os defeitos internos das toras avaliados neste trabalho foram a abertura das rachaduras das toras e a excentricidade da medula, os quais estão apresentados na Tabela 5.

**TABELA 5. Valores médios para a largura das rachaduras de extremidades das toras e excentricidade das medulas das toras.**

Clone	Rachadura das toras		Excentricidade da medula	
	Média (mm)	CV (%)	Média (%)	CV (%)
66	0,93 b	72,67	6,7 b	44,17
36	0,55 b	28,39	4,4 b	41,62
41	0,96 b	24,79	8,6 a	8,31
7	0,78 b	11,63	4,7 b	14,82
58	1,38 a	67,00	3,7 b	58,49
280	0,50 b	49,24	5,4 b	2,51
299	0,60 b	15,02	6,7 b	19,84
44/88	1,68 a	4,77	10,2 a	10,83
2	1,48 a	37,01	3,1 b	64,84
44/94	0,79 b	16,21	5,3 b	37,70
62	1,00 b	11,46	2,6 b	35,65
<b>Média</b>	<b>0,97</b>	<b>30,75</b>	<b>5,58</b>	<b>30,80</b>

a e b = médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade

Para as rachaduras de topo das toras foi obtida uma média geral de 0,97 mm, conforme Tabela 5. Os clones 280, 36 e 299 apresentaram os menores valores de rachadura de topo, o que pode indicar baixo nível de tensões de crescimento associado a estes materiais. O clone 44/88 apresentou a maior largura de rachaduras de topo. Os clones 2, 58 e 44/88 diferiram estatisticamente dos demais pelo teste de agrupamento de Scott – Knott em nível de 5% de probabilidade. Scanavaca Jr. (2001), estudando toras de 20 progênies de *Eucalyptus urophylla* com 19 anos de idade, não encontrou diferença estatística entre as progênies para rachaduras de extremidades de tora. Entretanto, o método de medição dessa característica por Scanavaca Jr. (2001) não permite comparação direta com as magnitudes de rachaduras empregadas neste trabalho,

pois aquele autor usou pesos para cada classe de rachaduras e dados em outra unidade.

Por outro lado, Lima (2001), empregando o mesmo método aqui aplicado para determinar a rachadura de extremidade de toras, obteve valor igual a 0,95 mm para sete clones de *Eucalyptus*, com 16 anos de idade, plantados em Aracruz (ES), onde a variação foi de 5,25 a 9,83 mm/m para os clones. Este valor foi similar ao encontrado neste trabalho (Tabela 5). Mesmo assim, a comparação pode estar prejudicada devido ao tempo de espera para se executar as medições. No trabalho de Lima (2001), a medição foi executada imediatamente após a derrubada da árvore, enquanto, neste trabalho, a medição foi feita cerca de cinco dias após a derrubada.

A manifestação das rachaduras em função do tempo de espera pós-abate tem sido motivo de controvérsias entre diversos pesquisadores. Entre esses, Malan (1979) relata que as rachaduras de extremidades da tora manifestam-se em até três dias após a derrubada das árvores, enquanto Hillis (1978) afirma que essas manifestações acontecem em até sete dias após. Quanto maior o tempo de espera após o desdobro, maior será a propensão da tábua apresentar rachaduras, devido à secagem e conseqüente desenvolvimento de tensões de secagem. Observando-se exclusivamente esta característica, toras com maiores larguras de rachadura, produzirão tábuas com maior índice de rachadura nas extremidades, o que reduzirá o rendimento. Normalmente, rachaduras em toras verdes de eucaliptos são atribuídas à ação de tensões de crescimento desenvolvidas nas árvores (Archer, 1986).

Nota-se, na Tabela 5, que a média geral da excentricidade da medula foi de 5,58%, sendo os clones classificados como materiais de primeira classe para esta característica (igual ou inferior a 10%), conforme classificação do IBDF (1984). A excentricidade média observada em toras basais, entre seis clones de *Eucalyptus* com dois anos de idade, plantados na região do Vale do Rio Doce e

Guanhães (MG), foi igual a 4,35% (Lima, 2003). Para esses seis clones, a excentricidade variou entre 3,7% e 5,0%. De acordo com a Tabela 5, os clones 62, 2 e 58 apresentaram os menores valores de excentricidade e o clone 44/88 apresentou o maior valor. A presença de lenho de tração pode ser indicada pelo crescimento excêntrico observado nas extremidades das toras (Kollmann & Côté Jr., 1968), estando também associado à formação de troncos achatados.

#### 4.4 Volume das toras

O volume médio das toras foi de 0,162 m<sup>3</sup> (Tabela 6), sendo que o maior volume foi apresentado pelo clone 58, seguido dos clones 280 e 44/88. O clone 44/94 apresentou o menor volume médio de tora. O ranqueamento dos clones em termos de volume das toras pode ser observado no Tabela 1A.

TABELA 6. Valores médios dos volume das toras dos clones de *Eucalyptus*

Clone	Volume das toras	
	Média (m <sup>3</sup> )	CV(%)
66	0,138 b	22,28
36	0,155 b	12,55
41	0,176 a	12,73
7	0,168 a	8,46
58	0,214 a	20,09
280	0,189 a	5,61
299	0,135 b	9,60
44/88	0,183 a	10,59
2	0,152 b	6,32
44/94	0,123 b	7,46
62	0,153 b	7,15
<b>Média</b>	<b>0,162</b>	<b>11,16</b>

a e b = médias seguidas de mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de agrupamento de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade

#### **4.5 Volume de madeira serrada nos diferentes métodos de desdobro**

As toras dos clones de *Eucalyptus* foram desdobradas tendo como objetivo principal a produção de tábuas. Os subprodutos obtidos foram, pranchões centrais e ripas. Os volumes médios das toras empregadas em cada método, acompanhados dos volumes das tábuas, pranchões e ripas estão apresentados no Tabela 2A. O ranqueamento dos clones no volume de madeira serrada encontra-se no Tabela 3A. Os volumes médios das toras não variaram muito entre os métodos de desdobro, porém os volumes médios de tábuas, pranchões centrais e ripas sofreram variação entre os métodos.

#### **4.6 Rendimento de madeira serrada**

De acordo com a Tabela 7, o rendimento total de madeira serrada, que inclui tábuas, pranchões centrais e ripas, no método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1), apresentou média geral de 51,5%. Este valor é 3,6% maior que o rendimento obtido do método M2 e 4% maior que o rendimento resultante do método M3. Os clones que mais se destacaram, em ordem crescente, foram 62 e 36, sendo que o clone 44/88 apresentou o menor rendimento (39,1%). O rendimento total de madeira serrada no método M2 apresentou média geral de 47,9%. Nesse método, os clones 7 e 36 se destacaram, enquanto o clone 58 apresentou o menor rendimento (38,0%). No método de desdobro paralelo à casca (M3), o rendimento total de madeira serrada resultou em média geral de 47,5%, valor semelhante ao método M2. Os clones que mais se destacaram em ordem crescente foram o 44/94 e o 7, sendo que o clone 44/88 apresentou o menor rendimento (32,3%).

Entre os resultados dos três métodos de desdobro apresentados na Tabela 7 observa-se que, pela média, os valores dos rendimentos foram



aproximados. O clone 62 apresentou o melhor rendimento total no método (M1) da tora (57,4%), enquanto o clone 44/94 resultou em bom desempenho em todos os métodos. O clone 7 apresentou melhor rendimento total tanto no método M2 como no M3, estando também entre os melhores no método M1. Analisando a Tabela 4, verifica-se que este clone apresenta uma das maiores conicidades. Era esperado que devido à sua maior conicidade, o clone 7 resultasse em rendimento baixo; entretanto, como as conicidades em todos os clones foram baixas, é possível que essa característica não tenha afetado significativamente o rendimento. O clone 36 também mostrou bom desempenho no método M1 (56,6%) e no método M2 (53,6%). O clone 44/88 apresentou os menores rendimentos no método M1 (39,1%) e no método M3 (32,3%). É possível que o alto índice de rachadura de tábuas observado neste clone, o que será posteriormente discutido, tenha influenciado negativamente o seu rendimento.

TABELA 7. Valores médios do rendimento total de madeira serrada dos clones de *Eucalyptus* nos diferentes métodos de desdobro

Clone	Rendimento total (%)		
	M1	M2	M3
66	56,1	42,0	52,5
36	56,6	53,6	47,5
41	39,8	46,3	45,2
7	56,4	56,0	54,3
58	55,9	38,0	42,6
280	52,5	43,2	52,0
299	48,9	52,0	45,2
44/88	39,1	47,9	32,3
2	54,1	47,9	50,9
44/94	50,0	51,4	53,5
62	57,4	48,6	45,9
Média	51,5	47,9	47,5

M1 = Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

Pela Tabela 8, observa-se que o rendimento médio de tábuas no método M1 foi igual a 35,2%, sendo 5,1% maior que o método M2 e 2% menor que o método M3. Os clones que mais se destacaram no método M1 foram 62 e 36, sendo que o clone 41 apresentou o menor rendimento (27,2%). O ranqueamento dos clones no rendimento de tábuas encontra-se na Tabela 4A. Os resultados de rendimento para produção de tábuas, encontrados neste trabalho, foram em geral menores do que aqueles observados por outros autores para *Eucalyptus*, mas é necessário destacar que dos rendimentos aqui considerados já foram descontadas as perdas causadas pelas rachaduras. Rocha (2000), por exemplo, encontrou, para *Eucalyptus grandis* (12 anos) e *Eucalyptus dunnii* (16,5 anos), rendimentos médios de 45,71% e 41,26%, respectivamente. A média geral dos rendimentos em madeira desdobrada, obtida das toras sem casca de 15 espécies de *Eucalyptus* com idades variando de 12 a 23 anos, esteve ao redor de 62,7% (Barchet, 2001).

No método M2, o rendimento de tábuas foi em média igual a 30,1%. Os clones que se destacaram, em ordem crescente, foram 7, 41, 62, 36 e 44/94, sendo que o clone 280 apresentou o menor rendimento (20,9%).

O rendimento de tábuas no método M3 apresentou média geral de 37,2%. Os clones que mais se destacaram foram 7 e 44/94, sendo que o clone 44/88 apresentou o menor rendimento (25,0%). É importante ressaltar que árvores ou clones que apresentam maiores diâmetros são mais desejáveis para a produção de madeira serrada por resultarem em maiores rendimentos (Wade et al., 1992). Segundo esses autores, o rendimento em madeira serrada aumenta com o aumento do diâmetro das toras porque o volume de toras perdido com costaneiras e aparas é menor em relação ao volume das toras.

Entre os três métodos de desdobro apresentados na Tabela 8 nota-se, pelas médias, que o método de desdobro tangencial com retirada de duas

costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2) apresentou o menor rendimento em tábuas, em função da retirada de costaneiras maiores. O clones 36 e 62 aparecem com bons rendimentos de tábuas nos métodos M1 e M2. Observa-se também que o clone 44/94 apresenta alto rendimento de tábuas no método M2 (37,4%) e no método M3 (39,5%). O clone 7 apresenta-se entre os melhores, com bom rendimento de tábuas em todos os três métodos. Novamente, o clone 44/88 apresenta-se entre os piores no desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (27,3%) e no desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (25,0%). Conforme explicação oferecida para o rendimento total, provavelmente o alto índice de rachadura de tábuas observado neste clone, o que será posteriormente discutido, tenha influenciado negativamente o seu rendimento.

TABELA 8. Rendimento de tábua nos diferentes métodos de desdobro

Clone	Rendimento de tábua (%)		
	M1	M2	M3
66	38,4	25,2	37,7
36	42,3	35,5	37,4
41	27,2	32,1	38,8
7	33,7	31,9	43,0
58	35,2	25,3	37,7
280	36,0	20,9	38,2
299	33,6	30,6	37,6
44/88	27,3	30,6	25,0
2	35,5	28,7	38,9
44/94	32,9	37,4	39,5
62	45,0	33,1	35,4
Média	35,2	30,1	37,2

M1 = Método de desdobro tangencial balanceado ao centro da tora; M2 = Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Método de desdobro tangencial paralelo à casca.

De acordo com a Tabela 9, o método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1) apresentou um rendimento de ripa, resultante do

aproveitamento das costaneiras, com média geral de 4,8%, sendo 4,2% e 0,5% menor que o rendimento de ripa no método M2 e no M3, respectivamente.

Na Tabela 9, nota-se que para o rendimento de ripa, o método de desdobro M2 destaca-se com o maior rendimento médio (9,0%) em função de possuir costaneiras maiores que as dos outros métodos. Devido à maior uniformidade da espessura de suas costaneiras, o método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3) apresentou rendimento de ripa superior ao desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1).

O Tabela 4A mostra também o ranqueamento dos clones para o rendimento de ripa com bom desempenho do clone 2 e 7. O clone 2 apresentou bom desempenho no rendimento de ripa com o maior valor no método M3 (10,0%), ficando também entre os melhores clones nos métodos M1 e M2. Destacam-se também o clone 62, que apresentou o melhor rendimento em ripas no método de desdobro M1 (10,1%), e o clone 7, com os melhores rendimentos no método M2 (14,5%). O clone 41 apresentou o menor rendimento de ripa no método M2 e segundo menor nos outros dois métodos. Observa-se novamente o fraco desempenho do clone 44/88 nos três métodos de desdobro. De uma maneira geral, nota-se que o desempenho dos clones em termos de rendimento de ripa apresenta uma relação inversa com o diâmetro das árvores (Tabela 3) e com o volume das toras (Tabela 6).

Verifica-se, pela Tabela 9, que o rendimento de pranchão central no método tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1) apresentou média geral de 11,6%, sendo 2,9% e 6,6% maior que o rendimento de pranchão central do método M2 e o método M3, respectivamente. No rendimento de pranchões, o método de desdobro paralelo à casca (M3) se destaca com a menor média (5,0%), provavelmente devido a esses pranchões apresentarem a forma de cunha e maior índice de rachaduras (Tabela 12). Pode-se destacar também o clone 58, que apresentou baixos rendimentos de pranchão no método M2 (1,8%) e no

método M3 (1,0%), sendo, entretanto, o segundo maior no método de desdobro M1 (15,7%). Este comportamento do clone 58 pode ser explicado pela Tabela 12, em que se observa altos índices de rachaduras de pranchões no M2 (71,4%) e M3 (82,8 %) e baixos, no M1 (10,8 %). Ressalta-se que, de forma geral, as rachaduras nos pranchões centrais ocorreram próximas à região da medula e que essa região da tora é, normalmente, mais fraca.

**TABELA 9. Rendimento de ripa e pranchão central nos diferentes métodos de desdobro**

Clone	Rendimento de ripa (%)			Rendimento de pranchão (%)		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
66	4,4	9,8	7,0	13,2	7,1	7,8
36	2,5	11,2	3,5	11,8	6,9	6,5
41	2,0	3,5	3,1	10,5	10,8	3,4
7	5,3	14,5	6,4	17,5	9,5	4,9
58	5,0	10,9	3,9	15,7	1,8	1,0
280	1,6	7,2	7,0	14,8	15,1	6,9
299	5,9	10,5	5,4	9,4	10,9	2,2
44/88	2,9	5,9	5,2	8,9	11,4	2,1
2	7,1	10,5	10,0	11,5	8,7	2,1
44/94	5,7	8,0	2,1	11,5	6,0	11,9
62	10,1	7,3	4,7	2,4	8,2	5,9
Média	4,8	9,0	5,3	11,6	8,7	5,0

M1 = Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Método de desdobro tangencial paralelo à casca.

#### 4.7 Empenamento das tábuas

O desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1) resultou em encurvamento longitudinal de tábuas médio igual a 3,2 mm/m (Tabela 10), sendo 0,3 e 0,2 mm/m maior que no método M2 e no método M3, respectivamente. De modo geral, o encurvamento longitudinal das tábuas para todos os clones nos três métodos de desdobro apresentou valores de pequena

magnitude. Este resultado pode ser considerado médio quando comparado com aqueles encontrados por Rocha (2000) e Del Menezzi (1999), com 2,26 mm/m e 5,65 mm/m, respectivamente, ambos trabalhando com *Eucalyptus grandis*.

Verifica-se, na Tabela 10 e no ranqueamento dos clones (Tabela 5A), que de modo geral os clones 36 e 58 apresentaram os menores encurvamentos nos três métodos de desdobro. Os clones 44/94 e 44/88 apresentaram os maiores encurvamentos nos três métodos analisados. Nota-se uma correspondência com o encurvamento das toras na Tabela 4, em que se observam, entre outros, o clone 44/94, que apresentou alto índice, e o clone 58, com baixo índice. A mesma correspondência não foi verificada no clone 36, que apresentou alto encurvamento de toras e baixo encurvamento de tábuas.

TABELA 10. Encurvamento e arqueamento das tábuas nos diferentes métodos de desdobro

Clone	Encurvamento (mm/m)			Arqueamento (mm/m)		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
66	3,6	2,8	3,1	0,0	0,9	1,7
36	2,3	2,7	2,8	1,1	0,9	0,8
41	3,4	2,7	4,2	1,1	0,6	1,1
7	3,0	2,1	2,1	1,0	0,9	0,8
58	2,9	2,0	2,1	1,1	0,9	1,3
280	3,3	2,7	2,1	1,4	0,3	1,1
299	3,6	3,0	2,9	0,4	1,1	0,6
44/88	3,2	3,4	4,4	0,9	1,1	0,2
2	2,7	3,5	2,1	0,8	0,6	0,4
44/94	4,3	4,1	3,4	0,6	1,6	2,1
62	3,0	3,0	3,3	1,0	0,6	1,4
<b>Média</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>

M1 = Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Método de desdobro tangencial paralelo à casca

Observa-se, ainda na Tabela 10, que para o arqueamento no método de desdobro M1 a média geral foi de 0,9 mm/m, sendo 0,1 mm/m maior que no M2

e 0,2 mm/m menor que no método M3. O resultado médio geral pode ser considerado baixo, quando comparado com os apresentados por Rocha (2000), que trabalhando com *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dumii*, encontrou 1,56 mm/m e 2,80 mm/m, respectivamente. De modo geral, nota-se, no Tabela 5A, que os clones 299 e 2 foram os que apresentaram os melhores valores de arqueamento nos três métodos de desdobro analisados. O clone 44/94 obteve o pior desempenho para esta característica.

É importante considerar que para os métodos tangenciais de desdobro, conforme os adotados neste trabalho, normalmente os valores de arqueamento são menores do que aqueles encontrados no método de desdobro radial, conforme sugerido por Sharma et al. (1988) e Garcia (1995). Este último autor ressalta que peças que apresentam arqueamento somente são endireitadas mediante desgaste lateral, o que provoca redução da produtividade.

#### **4.8 Rachadura**

Os resultados médios para o índice de rachadura, nos três métodos de desdobro da Tabela 11, estão em conformidade com os normalmente relatados na literatura. Scanavaca Jr. (2001), trabalhando com 20 progênies de *Eucalyptus*, mostra que o índice de rachaduras por ele encontrado foi igual a 4,04 m. Transformando os resultados de índice de rachadura apresentados por Barchet (2001), que trabalhou com toras de 2,80 m provenientes de 15 espécies de *Eucalyptus*, pode-se deduzir que essa característica variou de 2,4%, para *Eucalyptus torelliana*, a 12,8% para *Eucalyptus pilularis*, produzindo média de índice de rachadura de tábuas igual a 8%.

Verifica-se, na Tabela 11 e no ranqueamento dos clones para índice de rachadura de tábuas (Tabela 6A), que os clones 44/94, 62 e 36 apresentaram comportamento melhor nos três métodos de desdobro usados. Os clones 44/88,

58 e 299 apresentaram as maiores rachaduras. Comparando as rachaduras das tábuas com as rachaduras de toras (Tabela 5), nota-se um desempenho semelhante dos clones, com algumas exceções, como o clone 299, que apresentou baixo índice de naquela característica e alto índice de rachadura de tábuas. Pode-se notar que a retirada de 1/3 da tora em costaneiras (M2) não reduziu com eficiência o efeito das tensões. Este resultado contradiz os resultados de outros trabalhos (Montagna et al, 1991) e conseqüentes recomendações para desdobro de toras de *Eucalyptus*. A ineficiência do corte a 1/3 do raio pode ter sido devido a vários fatores que estariam contribuindo para tornar a tora menos equilibrada mecanicamente. Entre esses, pode-se citar a conicidade da tora, o encurvamento e a excentricidade da medula. É possível que métodos de desdobro que promovam cortes simultâneos contribuam mais para o alívio das tensões de crescimento do que a espessura de corte das costaneiras.

TABELA 11. Índice de rachadura de tábuas nos diferentes métodos de desdobro

Clone	IRTAB (%)		
	M1	M2	M3
66	10,4	21,5	10,1
36	6,7	10,5	4,8
41	18,3	12,3	22,4
7	8,6	10,8	8,5
58	17,9	27,5	23,6
280	11,6	13,0	4,9
299	21,4	15,9	14,3
44/88	28,3	16,9	25,5
2	6,5	29,9	4,5
44/94	4,9	9,9	2,5
62	6,3	10,3	16,4
Média	12,8	16,2	12,4

IRTAB = Índice de rachadura de tábuas; M1 = Método tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2 = Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Método de desdobro paralelo à casca.



Na Tabela 12 verifica-se que no método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1) o índice de rachadura do pranchão central apresentou média de 26,1%, sendo 1,5% maior que no método M2 e 18,1% menor que no método M3. Verifica-se, também na Tabela 12, que o índice de rachadura do pranchão central no desdobro paralelo à casca (M3) apresentou média geral maior entre os três métodos (44,2%). Isto ocorreu porque os pranchões obtidos neste método (M3) possuem o formato de cunha, e na extremidade de espessura menor existe a tendência de maior índice de rachadura, pois além de a madeira conter medula, apresenta a vulnerabilidade da pequena espessura conforme resultados apresentados na Tabela 12. Resultado semelhante foi obtido por Barchet (2001) estudando 15 espécies de eucaliptos com idade entre 12 e 23 anos. Esse autor observou que as tábuas que apresentaram os maiores problemas com rachaduras foram aquelas localizadas próximas à medula, principalmente as tábuas diametraís.

TABELA 12. Índice de rachadura de pranchões centrais (IRPR) nos diferentes métodos de desdobro

Clone	IRPR (%)		
	M1	M2	M3
66	25,6	24,0	15,3
36	9,2	41,6	16,6
41	26,6	34,8	42,4
7	17,4	10,7	37,2
58	10,8	71,4	82,8
280	16,1	3,3	31,8
299	11,7	36,1	74,1
44/88	42,2	11,5	78,3
2	38,7	11,0	73,7
44/94	11,1	0,0	8,5
62	78,6	27,3	26,3
Média	26,1	24,6	44,2

M1= Desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora; M2= Desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora; M3 = Desdobro tangencial paralelo à casca

#### 4.9 Associação entre as características das toras e as de pós-desdobro

Visando verificar estatisticamente as associações entre as características estudadas, foram estimadas as correlações entre rendimento na produção de tábuas, encurvamento das tábuas, arqueamento das tábuas e índice de rachaduras nas tábuas com características das árvores e das toras, verificadas nas Tabelas 13, 14, 15 e 16.

Pelos resultados pôde-se constatar que, para todas as situações, as magnitudes das correlações foram baixas, e na grande maioria dos casos, não significativas.

TABELA 13. Correlações de Pearson entre rendimento na produção de tábuas e características das árvores, das toras, por método de desdobro

Característica	Método de desdobro		
	M1	M2	M3
DCC	-0,174	-0,212	-0,009
AT	-0,104	-0,069	-0,851
VTO	-0,374	-0,511	-0,018
CO	-0,016	-0,086	-0,048
EN	-0,205	-0,591*	0,023
EXM	-0,636*	-0,168	-0,445
RTO	-0,454	-0,252	-0,513
ACH	0,027	0,345	0,352

DCC- Diâmetro da árvore a 1,30 m de altura, com casca; AT- altura total da árvore; CO- conicidade da tora; EN- encurvamento da tora; EXM- excentricidade da medula; RTO- rachadura de topo da tora; ACH- achatamento do diâmetro da tora.

TABELA 14. Correlações de Pearson entre encurvamento das tábuas e características das árvores, das toras, por método de desdobro

Característica	Método de desdobro		
	M1	M2	M3
DCC	-0,347	-0,696*	-0,438
AT	0,101	-0,065	0,494
VTO	-0,339	-0,690*	-0,443
CO	-0,099	-0,664*	-0,429
EN	0,469	-0,321	-0,112
EXM	0,285	-0,033	0,671*
RTO	-0,167	-0,171	0,219
ACH	-0,242	-0,242	-0,485

DCC- Diâmetro da árvore a 1,30 m de altura, com casca; AT- altura total da árvore; CO- conicidade da tora; EN- encurvamento da tora; EXM- excentricidade da medula; RTO- rachadura de topo da tora; ACH- achatamento do diâmetro da tora.

TABELA 15. Correlações de Pearson entre arqueamento das tábuas e características das árvores, das toras, por método de desdobro

Característica	Método de desdobro		
	M1	M2	M3
DCC	0,934**	-0,262	-0,225
AT	-0,261	0,129	-0,104
VTO	0,767**	-0,325	-0,141
CO	0,452	0,067	-0,202
EN	0,136	-0,266	-0,299
EXM	-0,170	-0,019	-0,106
RTO	0,209	0,222	-0,628*
ACH	-0,079	0,047	-0,312

DCC- Diâmetro da árvore a 1,30 m de altura, com casca; AT- altura total da árvore; CO- conicidade da tora; EN- encurvamento da tora; EXM- excentricidade da medula; RTO- rachadura de topo da tora; ACH- achatamento do diâmetro da tora.

**TABELA 16. Correlações de Pearson entre rachaduras das tábuas e características das árvores, das toras, por método de desdobro**

Característica	Método de desdobro		
	M1	M2	M3
DCC	0,249	0,005	0,447
AT	0,571*	-0,088	0,435
VTO	0,572*	0,294	0,440
CO	0,354	0,276	0,417
EN	-0,369	0,120	-0,304
EXM	0,786**	0,176	0,157
RTO	0,237	0,563	0,330
ACH	0,397	0,285	0,064

DCC- Diâmetro da árvore a 1,30 m de altura, com casca; AT- altura total da árvore; CO- conicidade da tora; EN- encurvamento da tora; EXM- excentricidade da medula; RTO- rachadura de topo da tora; ACH- achatamento do diâmetro da tora.

#### **4.10 Análise de agrupamento (“Cluster analysis”)**

A análise de agrupamento foi realizada utilizando-se a Distância Euclidiana Média como medida de similaridade e o método do agrupamento hierárquico do vizinho mais próximo para a formação de grupos entre os clones estudados nos três métodos de desdobro, conforme mostram as Tabelas 17, 18 e 19. As Figuras 11, 12 e 13 mostram o dendrograma ilustrativo relativo ao agrupamento dos clones que foram codificados conforme a relação clone / (código) a seguir: 66 (1), 36 (2), 41 (3), 7 (4), 58 (5), 280 (6), 299 (7), 44/88 (8), 2 (9), 44/94 (10) e 62 (11).

##### **4.10.1 Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1)**

Considerando um corte a 70% da Distância Euclidiana Média total, pode-se observar a formação de 4 grupos, distintos conforme mostra o

dendrograma na Figura 11.

A Tabela 17 apresenta a classificação dos clones e os respectivos valores médios das características intragrupos para o método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1). Destacam-se, neste método de desdobro, os grupos 1 e 3, com os clones 62 e 36, respectivamente, os quais obtiveram resultados superiores aos demais. O clone 62 apresenta destaque especial, pois resultou em comportamento melhor para as características de índice de rachadura de tábuas, rendimento e arqueamento de tábuas. No grupo 2 pode-se observar dois subgrupos, sendo um formado pelos clones 66 e 299 e outro pelo clone 44/94. O subgrupo formado pelos clones 66 e 299 apresenta valores médios inferiores ao formado pelo clone 44/94, principalmente com relação ao índice de rachadura de tábuas. No grupo 4 observam-se dois subgrupos, sendo um deles formado pelos clones 7 e 58 e o outro composto pelos clones 41 e 44/88. O clone 44/88 apresentou os resultados mais baixos, principalmente, para o índice de rachadura e rendimento de tábuas. No grupo 4, o clone 2 obteve o melhor desempenho.

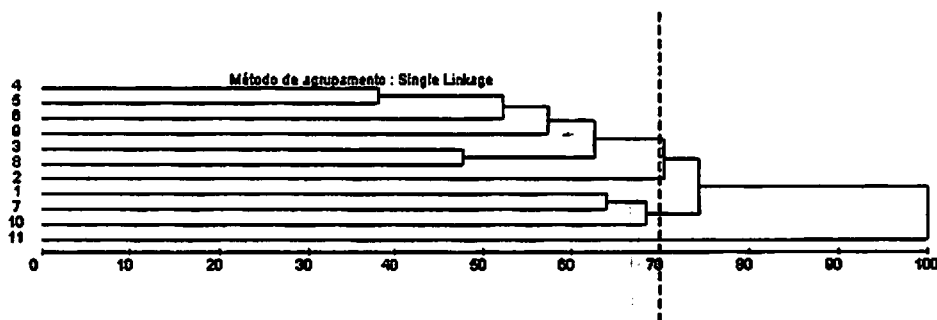


FIGURA 11. Dendrograma do agrupamento pelo método hierárquico do vizinho mais próximo para o desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1)

**TABELA 17 Grupos formados e os valores médios das características usadas no agrupamento dos clones para o desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1)**

Gr	Clone	IRTAB	IRPR	RTAB	RPR	RRIP	EN	AR
1	62	6,30	78,60	45,00	2,40	10,10	3,00	1,00
2	66, 299, 44/94	12,23	16,13	34,96	11,36	5,33	3,83	0,33
3	36	6,70	9,20	42,30	11,80	2,50	2,30	1,10
4	7, 58, 280, 2, 41, 44/88	15,20	25,30	32,48	13,15	3,98	3,08	1,05

Gr = Grupo; IRTAB = Índice de rachadura de tábuas; IRPR = Índice de rachadura de pranchão central; RTAB = Rendimento de tábuas; RPR = Rendimento de pranchão central; RRIP = Rendimento de ripa; EN = Encurvamento; AR = Arqueamento

#### **4.10.2 Método de desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2)**

Pelo dendrograma da Figura 12, considerando um corte a 70% da Distância Euclidiana Média total pode-se observar a formação de 4 grupos distintos.

Na Tabela 18 observa-se a classificação dos clones e os respectivos valores médios das características intragrupos para o método M2. Nota-se que, para este método de desdobro, o grupo 3 formado pelo clone 44/94 se destaca nas características de índice de rachadura de tábua (9,9%) e rendimento de tábuas (37,4 %), mas tem baixo desempenho nas características encurvamento e arqueamento. O clone 280, no grupo 1, apresentou excelente desempenho na característica arqueamento.

No grupo 4, o clone 62 apresentou o melhor desempenho. Aparecem dois subgrupos, dos quais um é formado pelos clones 41 e 62 e outro,

constituído pelos clones 36 e 299. Neste subgrupo, o clone 36 apresentou o melhor desempenho. O grupo 2, formado pelo clone 58, apresentou baixo desempenho, devido ao alto índice de rachaduras, mas na característica encurvamento se destaca com o melhor resultado.

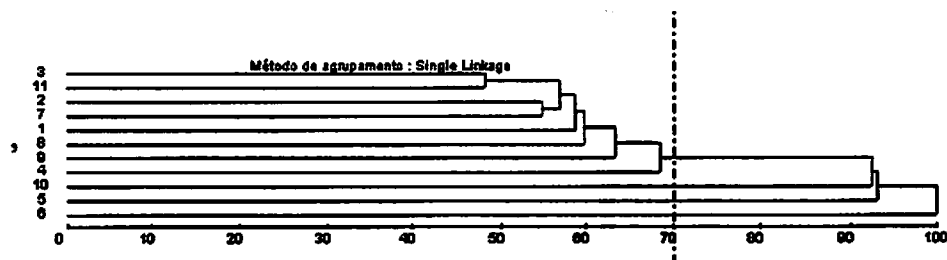


FIGURA 12. Dendrograma do agrupamento pelo método hierárquico do vizinho mais próximo para o desdobro tangencial balanceado a 1/3 do raio (M2)

TABELA 18. Desdobro tangencial com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2) – Valores médios das características nos agrupamentos dos clones

Gr	Clone	IRTAB	IRPR	RTAB	RPR	RRIP	EN	AR
1	280	13.00	3.30	20.90	15.10	7.20	2.70	0.3
2	58	27.50	71.40	25.30	1.80	10.90	2.00	0.9
3	44/94	9.90	0.00	37.40	6.00	8.00	4.10	1.6
4	66, 36,41,7,299 44/88, 2, 62	16.01	24.62	30.96	9.18	9.15	2.90	0.8

Gr = Grupo; IRTAB = Índice de rachadura de tábuas; IRPR = Índice de rachadura de pranchão central; RTAB = Rendimento de tábuas; RPR = Rendimento de pranchão central; RRIP = Rendimento de ripa; EN = Encurvamento; AR = Arqueamento.

**TABELA 19. Desdobro tangencial paralelo à casca (M3) – Valores médios das características nos agrupamentos dos clones**

Gr	Clone	IRTAB	RTAB	RRIP	EN	AR
1	44/88	25,50	25,00	5,20	4,40	0,20
2	44/94	2,50	39,50	2,10	3,40	2,10
3	66, 36, 41, 7, 58, 280, 299, 2, 62	12,16	38,30	5,66	2,74	1,02

Gr = Grupo; IRTAB = Índice de rachadura de tábuas; RTAB = Rendimento de tábuas; RRIP = Rendimento de ripa; EN = Encurvamento; AR = Arqueamento.



#### 4.10.3 Método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3)

Considerando um corte a 50% da Distância Euclidiana Média total, observa-se a formação de 3 grupos distintos, conforme mostra o dendrograma da Figura 13.

Na Tabela 19, observa-se a classificação dos clones e os respectivos valores médios das características intragrupos para o método M3. Observa-se que o grupo 2, formado pelo clone 44/94, se destaca com os melhores resultados, principalmente para as características de índice de rachadura de tábuas (2,5 %) e rendimento de tábua (39,5 %), exceto na característica arqueamento. O grupo 1, formado pelo clone 44/88, apresentou os resultados mais baixos, principalmente para as características de índice de rachadura de tábuas (25,5 %) e rendimento de tábuas (25,0 %). No grupo 3 observaram-se três subgrupos com características similares, formados pelos clones 7 e 280, 36 e 299, 66 e 44/94, sendo que o clone 2 apresentou os melhores resultados neste grupo.

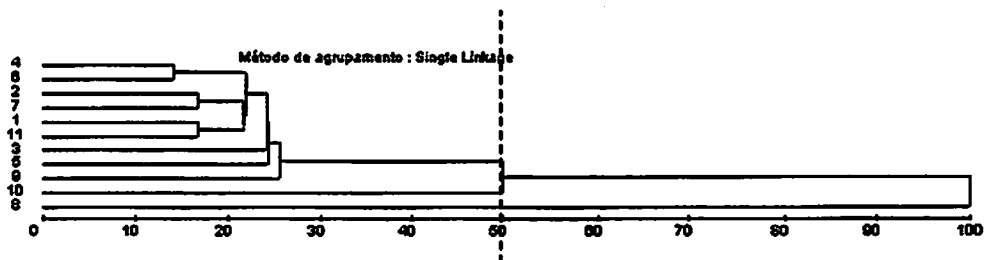


FIGURA 13. Dendrograma do agrupamento pelo método hierárquico do vizinho mais próximo para o desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (M3)

## 5 CONCLUSÕES

Com base nas interpretações dos resultados apresentados neste trabalho, pôde-se concluir que:

- Todos os clones apresentaram toras com baixa conicidade, baixo encurvamento e alta circularidade; as menores rachaduras de extremidades de toras foram apresentadas pelos clones 280, 36 e 299; os clones 62, 2, 58 e 36 apresentaram as menores excentricidades de medula.
- Os rendimentos médios de tábuas entre clones, obtidos nos três métodos de desdobro, foram 35,2 % para o método tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1); 30,1 % para o método tangencial balanceado com retirada de duas costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2) e 37,2 % para o método tangencial balanceado paralelo à casca (M3). Esses valores foram aumentados quando se considerou o aproveitamento de pranchões centrais e de ripas retiradas das costaneiras.
- Uma análise global mostrou que os maiores rendimentos em tábuas foram apresentados pelos clones 44-94, 62 e 36.
- O encurvamento das tábuas foi pequeno em todos os clones (média = 3,0 mm/m) e com pequena diferença entre os três métodos de desdobro testados; o mesmo comportamento foi também observado para o arqueamento das tábuas (média igual a 0,93 mm/m); o clone 44-94 apresentou os menores índices de rachaduras de tábuas em todos os métodos de desdobro testados (média igual a 5,7 %).
- Uma avaliação geral, pela análise de agrupamento, permitiu constatar que os clones 44/94 e 62 apresentaram os melhores desempenhos em termos de rendimentos e rachaduras de madeira serrada.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, M. S. **Experiencia Argentina en el uso de la madera de eucalipto.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA., 1999, São Paulo. **Proceeding...** São Paulo: IPEF-IPT-UFRO , 1995. p. 74-91.

ARCHER, R.R. **Growth stress and strain in trees.** Berlin: Springer Verlag, 1986. 240p.

ASSIS, T.F de. Aspectos do melhoramento *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos da madeira. **Workshop – Técnicas de abate, processamento e utilização da Madeira de Eucalipto.** Viçosa-MG: UFV, 1999. p.61-72.

BARCHET, V.G. **Potencialidade de espécies de Eucalyptus para produção de madeira serrada.** 2001. 166 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

CAIXETA, R.P. **Propriedades da madeira de Eucalyptus: classificação e seleção de genótipos utilizando marcador molecular e análise multivariada.** 2000. 89 p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRESPO, E. A. **Tensões de crescimento e suas consequências, controláveis e não controláveis, no desdobro e secagem do Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna.** 2000. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

**DEL MENEZZI, C.H.S. 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. 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.**

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

**FREITAS, A.R. Histórico da utilização da madeira de eucalipto. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002. (Errata).**

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

**GROSSER, D. Defeitos da madeira. Curitiba:FUPEF,1980. p. 1-62. (Série Técnica, 2)**

**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.**

**INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL .**  
**Norma para classificação de madeira serrada de folhosas. Brasília, DF,**  
**1983. 67p.**

**INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL .**  
**Norma para medição e classificação de toras de madeiras de folhosas.**  
**Brasília, DF, 1984. 42p.**

**JACOBS, M.R. Stresses and strains in tree trunks as they grow in length and width. Forestry and timber bureau. Camberra, Austrália: Comm For Bur Aust, 1965. 15 p. (Folheto, 96).**

**KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JR, W. A. Principles of wood science and technology. New York: Springer Verlag, 1968. 592 p. (Solid Wood, 6.).**

**KUBLER, H. Silviculture control of mechanical stresses in trees. Canadian Journal For. Res., v.18, p.1215-1225, 1988.**

**LIMA, I.L.; GARCIA, J.N.; STEFANO, S.M. Rachaduras de extremidades de tora e suas implicações nas rachaduras da madeira serrada. Revista Scientia Forestalis, Piracicaba, n° 61, p. 13-14, 2002.**

**LIMA, J.T. Relações entre características da madeira de clones de *Eucalyptus* e o comportamento de suas árvores frente à ação do vento., Lavras: UFLA/CENIBRA, 2003. 80 p. (Relatório Técnico).**

LIMA, J.T. **Resistência à perfuração da madeira de *Eucalyptus* com o resistógrafo e sua relação com outras propriedades.** Lavras: UFLA/ARACRUZ, Lavras, MG 2001. 42p. (Relatório Técnico).

LISBOA, C.D.J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden.** 1993. 298 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MALAN, F. S. ***Eucalyptus* improvement for lumber production.** In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA.. São Paulo, 1995. **Proceeding...** São Paulo: IPEF-IPT-UFRO, 1995. p.1-19.

MALAN, F. S. **The control of end splitting in saw logs: A short literature review.** **South African Forestry Journal**, v. 109, p. 14-18, 1979.

MARSH, E.K.; BURGERS, T.F. **The relation between silvicultural treatment and timber quality in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden.** **Forestry in South Africa**, v.8, p.63-74, 1967.

MATTHECK, C.; KUBLER, H. **Wood- the internal optimization of trees.** Berlin: Springer, 1995. 129 p.

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.** 1997. 162p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MONTAGNA, R.G. et al. Desdobro de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden visanado diminuir o efeito das tensões de crescimento. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 181-190, 1991.

MUNERI, A. et al. Relationships between surface longitudinal growth strain and tree size, wood properties and timber distortion of 4 year old plantation grown *Eucalyptus cloeziana*. In: IUFRO CONFERENCE -THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS, 2000, Launceston, Austrália. **IUFRO Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000. p. 292-300.

MUÑIZ, G.I.B. Fatores que limitam a utilização da madeira de *Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2002. p. 30-63.

NAHUZ, M.A.R.; MIRANDA, M.J.A.C. ; FRANCO, N. Inovações na área de utilização da madeira de Eucalipto: a fabricação de móveis. **Workshop – Técnicas de abate, processamento e utilização da Madeira de Eucalipto**, Viçosa, MG: UFV, 1999. p. 28-33.

NAHUS, M.A.R. Utilização racional da madeira de eucalipto. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 99-113.

REZENDE, J.L.P.; COELHO, L.M.J.; OLIVEIRA, A.D. A economia florestal brasileira vis-à-vis a economia florestal mineira. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p. 1-29.

ROCHA, P.M. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias. 2000. 185 p. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROCHA, M.P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 94-103, 2001.

SCANAVACA Jr., L. Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e de seu potencial para utilização em serraria. 2001. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

SCHACHT, L.; GARCIA, J. N.; VENCOVSKY, R. Variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla*. *Scientia Forestalis*, v.54, p.55-68, 1998.

SEVERO, E.T.D. Avanço no desdobro e secagem da madeira de eucalipto. In: SEMINÁRIO SÓLIDOS DE EUCALIPTO: AVANÇOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS, 2002, Lavras. Anais ... Lavras: UFLA/DCF, 2002. p.188-196.

SHARMA, S.N.; PANDEY, C.N.; KANNOJI, H.C. Sawing and seasoning technique for *Eucalyptus tereticornis*. *Journal Timber Development of Índia*, v.34, n.4 p.5-12, 1988.



ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. **Genetics of wood production**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337 pp.

WADE, M.W. et al. Estimating hardwood sawmill conversion efficiency based on sawing machine and log characteristics. **Foreste Products Journal**, v. 42, n. 11/12, p. 21-26, 1992.

WAUGH, G. Use of twin saw systems for young, fast-grown eucalypts. In: IUFRO CONFERENCE – THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS, 2000, Launceston. **IUFRO Proceedings...** Launceston: Austrália, 2000. p. 175-183.

## ANEXOS

**TABELA 1A. Ranqueamento dos clones nas características de árvores e toras**

Posição	D	ALTT	Co	Et	At	RCH	Ex	Vt
1	58	44/88	44/94	299	299	280	62	58
2	7	66	36	2	7	36	2	280
3	280	36	299	66	41	299	58, 36	44/88
4	44/88	58	66, 41	62	66	7		41
5	41	280		58	58	44/94	44/94	7
6	36	299	44/88, 2	44/88	36	66	7	36
7	62	44/94		7	62	41	66, 280, 299	62
8	2	62	62, 280	280	2	62		2
9	66	41		41	280	58		66
10	299	2	7	36	44/88	2	41	299
11	44/94	7	58	44/94	44/94	44/88	44/88	44/94
Média	28,9	30,8	1,4	11,1	94,8	0,97	5,58	0,162

D = Diâmetro médio das árvores a 1,3 metros; ALTT = Altura total média das árvores; Co = Conicidade das toras(cm/m); Et = Encurvamento da tora (mm/m); At = Achatamento da tora (%); RCH = Largura da rachadura (mm); Ex = Excentricidade da medula (cm); Vt = Volume da tora (m<sup>3</sup>)

TABELA 2A. Valores médios dos volume de toras, de madeira serrada e de subprodutos em função do método de desdobro

Clone	Vol. Da tora	Vol. Da tábua	Vol. Do pranchão	Vol. Da ripa
<b>Método 1 Volume (m<sup>3</sup>)</b>				
66	0,1090	0,0419	0,0144	0,0048
36	0,1584	0,0670	0,0186	0,0040
41	0,1962	0,0533	0,0207	0,0040
7	0,1534	0,0516	0,0268	0,0081
58	0,1688	0,0594	0,0266	0,0084
280	0,2012	0,0725	0,0298	0,0033
299	0,1501	0,0505	0,0141	0,0088
44/88	0,2050	0,0560	0,0182	0,0059
2	0,1490	0,0529	0,0171	0,0105
44/94	0,1158	0,0381	0,0133	0,0065
62	0,1624	0,0730	0,0039	0,0164
Média	0,1609	0,0560	0,0185	0,0073
<b>Método 2 Volume (m<sup>3</sup>)</b>				
66	0,1707	0,0429	0,0121	0,0167
36	0,1735	0,0616	0,0120	0,0194
41	0,1802	0,0578	0,0194	0,0063
7	0,1694	0,0541	0,0161	0,0247
58	0,2210	0,0560	0,0039	0,0241
280	0,1834	0,0383	0,0276	0,0133
299	0,1258	0,0385	0,0137	0,0133
44/88	0,1754	0,0536	0,0201	0,0103
2	0,1458	0,0419	0,0126	0,0153
44/94	0,1334	0,0499	0,0079	0,0107
62	0,1412	0,0467	0,0115	0,0104
Média	0,1654	0,0492	0,0143	0,0149
<b>Método 3 Volume (m<sup>3</sup>)</b>				
66	0,1364	0,0515	0,0107	0,0095
36	0,1348	0,0504	0,0088	0,0048
41	0,1519	0,0589	0,0051	0,0047
7	0,1818	0,0782	0,0089	0,0116
58	0,2545	0,0960	0,0026	0,0099
280	0,1824	0,0696	0,0125	0,0128
299	0,1301	0,0489	0,0029	0,0071
44/88	0,1685	0,0421	0,0035	0,0088
2	0,1639	0,0637	0,0034	0,0164
44/94	0,1200	0,0474	0,0143	0,0025
62	0,1569	0,0556	0,0092	0,0073
Média	0,1619	0,0602	0,0074	0,0087

**TABELA 3A. Ranqueamento dos clones no volume de madeira serrada (m<sup>3</sup>)**

Posição	Volume de tábua			Volume de pranchão			Volume de ripa		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	62	36	58	280	280	44/94	62	7	2
2	280	41	7	7	44/88	280	2	58	280
3	36	58	280	58	41	66	299	36	7
4	58	7	2	41	7	62	58	66	58
5	44/88	44/88	41	36	299	7	7	2	66
6	41	44/94	62	44/88	2	36	44/94	299, 280	44/88
7	2	62	66	2	66	41	44/88		62
8	7	66	36	66	36	44/88	66	44/94	299
9	299	2	299	299	62	2	36,41	62	36
10	44/94	299	44/94	44/94	44/94	299		44/88	41
11	66	280	44/88	62	58	58	280	41	44/94
<b>Média</b>	<b>0,056</b>	<b>0,049</b>	<b>0,060</b>	<b>0,018</b>	<b>0,014</b>	<b>0,007</b>	<b>0,007</b>	<b>0,014</b>	<b>0,008</b>

M1 = Desdobro tangencial balanceado; M2 = Desdobro tangencial balanceado a 1/3 do raio; M3 = Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

**TABELA 4A. Ranqueamento dos clones no rendimento (%) de madeira serrada**

Posição	Rendimento								
	Tábua			Ripa			Pranchão		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	62	44/94	7	62	7	2	7	280	44/94
2	36	36	44/94	2	36	280	58	44/88	66
3	66	62	2	299	58	66	280	299	280
4	280	41	41	44/94	299, 2	7	66	41	36
5	2	7	280	7		299	36	7	62
6	58	299, 44/88	58, 66	58	66	44/88	2, 44/94	2	7
7	7			66	44/94	62		62	41
8	299	2	299	44/88	62	58	41	66	299
9	44/94	58	36	36	280	36	299	36	44/88, 2
10	44/88	66	62	41	44/88	41	44/88	44/94	
11	41	280	44/88	280	41	44/94	62	58	58
Média	35,2	30,1	37,2	4,8	9,0	5,3	11,6	8,7	5,0

M1 = Desdobro tangencial balanceado; M2 = Desdobro tangencial balanceado a 1/3 do raio; M3 = Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

**TABELA 5A. Ranqueamento dos clones no empenamento (mm/m)**

Posição	Encurvamento			Arqueamento		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	36	58	7,58, 280, 2	66	280	44/88
2	2	7		299	2, 41, 62	2
3	58	41,36,280		44/94		299
4	7, 62			2		7, 36
5			36	44/88	58,7,36, 66	
6	44/88	66	299	7, 62		41, 280
7	280	299, 62	66			
8	41		62	36,41,58		58
9	66, 299	44/88	44/94		299,44/88	62
10		2	41			66
11	44/94	44/94	44/88	280	280	44/94
Média	3,2	2,9	3,0	0,9	0,8	1,1

M1 = Desdobro tangencial balanceado; M2 = Desdobro tangencial balanceado a 1/3 do raio; M3 = Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

**TABELA 6A. Ranqueamento dos clones no índice de rachadura (%)**

Posição	Tábua			Pranchão central		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
1	44/94	44/94	44/94	36	44/94	44/94
2	62	62	2	58	280	66
3	2	36	36	44/94	7	36
4	36	7	280	299	2	62
5	7	41	7	280	44/88	280
6	66	280	66	7	66	7
7	280	299	299	66	62	41
8	41	44/88	62	41	41	2
9	58	66	41	2	299	299
10	299	58	58	44/88	36	44/88
11	44/88	2	44/88	62	58	58
Média	12,8	16,2	12,4	26,1	24,6	44,2

M1 = Desdobro tangencial balanceado; M2 = Desdobro tangencial balanceado a 1/3 do raio; M3 = Desdobro tangencial balanceado paralelo à casca.

