

## Madeira de Eucalipto para Serraria



ISSN 1517-5111  
ISSN online 2176-5081  
Maio, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Documentos 340***

## **Madeira de Eucalipto para Serraria**

*Sebastião Pires de Moraes Neto*

Embrapa Cerrados  
Planaltina, DF  
2017

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link:  
[http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/doc/doc\\_340.shtml](http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2017/doc/doc_340.shtml)

### **Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF  
Fone: (61) 3388-9898, Fax: (61) 3388-9879  
[www.embrapa.br/cerrados](http://www.embrapa.br/cerrados)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac/](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/)

### **Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: *Marcelo Ayres Carvalho*  
Secretária executiva: *Marina de Fátima Vilela*  
Secretárias: *Maria Edilva Nogueira*  
*Alessandra Silva Gelape Faleiro*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*  
Revisão de texto: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*  
Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*  
Edição eletrônica: *Renato Berlim Fonseca*  
Capa: *Renato Berlim Fonseca*  
Foto da capa: *Fabiano Bastos*  
Impressão e acabamento: *Alexandre Moreira Veloso*

### **1ª edição**

1ª impressão (2017): 30 exemplares  
Edição online (2017)

### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Cerrados**

---

M827p    Moraes Neto, Sebastião Pires de.

Madeira de eucalipto para serraria / Sebastião Pires de Moraes Neto. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2017.

56 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081 ; 340).

1. Árvore florestal. 2. Árvore angiosperma. 3. Fabricação de móveis. I. Título. II. Série.

---

634.973766 – CDD 21

© Embrapa 2017

# **Autores**

## **Sebastião Pires de Moraes Neto**

Engenheiro Florestal, doutor em Ciências  
Biológicas (Biologia Vegetal), pesquisador da  
Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

# Apresentação

Os plantios de eucalipto ocupam 5,63 milhões de hectares da área de árvores plantadas no País, o que representa 72,2% do total (IBÁ, 2016). Sua madeira é utilizada principalmente na indústria de papel e celulose. Além disso, é utilizada para a confecção de painéis (MDP – chapa de aglomerado de partículas, MDF – chapa de fibras, OSB – painel de tiras de madeira orientadas), madeira processada mecanicamente (madeira serrada, laminados e compensados), carvão, lenha, pellets e, em menor escala, produtos como cavaco, maravalha, serragem, briquetes, palanques, postes e mourões (ABRAF, 2013).

Atualmente, sua utilização como madeira serrada vem crescendo gradativamente em razão de qualidades, como resistência para fins estruturais (na maioria das espécies), especialmente na construção civil, estética (madeira decorativa) para indústria moveleira e, pela dificuldade de adquirir madeira de espécies nativas comerciais, especialmente da região Amazônica, com certificado ambiental, e o tempo elevado para se obter madeira comercial dessas espécies nativas em plantios comerciais e regeneração natural.

Os defeitos que sua madeira pode apresentar como rachaduras e empenamentos, no geral, podem ser superados com técnicas de manejo, desdobro, secagem e melhoramento genético. Estes itens, em parte, foram abordados neste trabalho.

*Claudio Takao Karia*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução.....	9
Anelamento, Vaporização e Secagem.....	12
Desbaste e Desrama.....	20
Desdobro .....	25
Genética e Melhoramento Florestal.....	34
Caracteres Anatômicos .....	37
Usinabilidade da Madeira.....	40
Painéis de Madeira .....	43
Qualidade da Madeira e Idade das Árvores.....	45
Considerações Finais .....	47
Referências .....	48
Abstract.....	55

# Madeira de Eucalipto para Serraria

*Sebastião Pires de Moraes Neto*

---

## Introdução

O Brasil é um país com grande potencialidade no setor de base florestal, uma vez que sua atividade se divide em vários segmentos, como celulose e papel, carvão vegetal, móveis e madeira processada mecanicamente, que engloba a produção de madeira serrada, painéis reconstituídos, compensados, laminados e pisos (SILVA et al., 2016). O mercado de madeira roliça de produtos como mourões tratados, esticadores, postes, madeira para escoramento e armação estrutural de casas e barracões também merecem destaque.

A área de árvores plantadas para fins industriais no Brasil totalizou 7,80 milhões de hectares em 2015. Os plantios de eucalipto ocupam 5,63 milhões de hectares da área de árvores plantadas no País, o que representa 72,2% do total, e estão localizados principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Bahia, Maranhão e Espírito Santo (IBÁ, 2016). Em 2012, utilizou-se 7.034.315 m<sup>3</sup> de madeira em tora de eucalipto para a Indústria Madeireira (ABRAF, 2013).

A reduzida participação no mercado da madeira serrada de eucalipto é creditada à baixa disponibilidade de material de qualidade para pronto uso e, principalmente, à desinformação e aos preconceitos sobre o comportamento da madeira nos produtos acabados. Há, ainda, uma



crença de que a madeira de eucalipto racha demasiadamente e se deforma de forma generalizada, o que inviabiliza o uso de qualquer peça acabada. Tal crença se deve, em parte, à presença de certas características desfavoráveis, inerentes à própria madeira, como elevada retratibilidade, propensão ao colapso e presença de tensões de crescimento, que levam a deformações, rachaduras, empenamentos e vários outros defeitos. Essas limitações de uso, no entanto, podem ser minimizadas por procedimentos genéticos e silviculturais, adicionados a técnicas corretas de processamento e uso (SILVA, 2002).

Nesta linha temática, Ponce (1995) apresentou medidas para obtenção, em alguns anos, de material adequado para processamento industrial da madeira sólida de eucalipto como:

- Caracterização: identificação, por meio de pesquisa de campo e de laboratório de espécies, procedências, progênie, clones ou indivíduos com características silviculturais e tecnológicas adequadas à produção de toras para madeira serrada. Os principais aspectos a serem determinados são: forma, comportamento da desrama, densidade e outras propriedades físicas, tendência ao rachamento, tendência a colapso e a empenamentos.
- Testes e ensaios silviculturais e de manejo objetivando estabelecer principalmente: método de propagação, espaçamento, cronograma de desrama e duração da rotação, tendo em vista a obtenção no mínimo prazo de tempo de toras adequadas para serraria.
- Investigação dos melhores métodos de colheita, tratamento de toras, desdobro, secagem, usinagem, colagem e acabamento adequados para os vários materiais selecionados.
- Desenvolvimento de produtos adequados para as madeiras considerando suas características e aptidões.

Por sua vez, de acordo com Santos (2002a), no conjunto das características, o ideótipo para serraria seria: alto vigor, boa forma, alta taxa de crescimento, baixa relação alburno/cerne, média densidade da madeira (ou massa específica), pouca incidência de rachaduras de extremidades de tora e baixo encurvamento das peças serradas. Garcia et al. (2001) relatam que a redução do gradiente de distribuição das tensões de tração e de compressão e uniformização das propriedades da madeira ao longo do eixo longitudinal da árvore são essenciais para a redução das rachaduras e dos encurvamentos.

As espécies de eucalipto e os manejos que serão dados a elas devem seguir para produtos da madeira que demandam maior quantidade, tais como: construção civil, componentes para edificações, embalagens e móveis.

A madeira na construção civil é aplicada de três maneiras: por meio de acabamentos, formas de concreto e estruturalmente. De forma mais detalhada, considerando-se a aplicação da madeira na construção civil, ela pode ser (SILVA, 2012): (a) pesada interna – são utilizadas peças de madeira serrada ou painel laminado colado na forma de vigas, caibros, pranchas e tábuas utilizadas em estruturas de telhado; (b) leve externa e interna estrutural – tábuas e pontaletes empregados temporariamente na construção como andaimes, escoramento e formas para concreto; (c) interna decorativa – exige que a madeira apresente cor e desenhos decorativos, são empregadas como forros, painéis, lambris e guarnições; (d) leve interna, de utilidade geral, também aplicada como forros, painéis, lambris e guarnições, porém o aspecto decorativo da madeira não é fator limitante; (e) leve em esquadrias – engloba as portas, venezianas, caixilhos, molduras; (f) assoalhos domésticos – compreendem produtos de madeira sólida, como também a madeira laminada colada (tábuas coladas com fibras no mesmo sentido), utilizados em pisos (assoalhos, tacos, tacões e parquetes).

A madeira serrada e o compensado sempre se destacaram na construção civil, no entanto, com o desenvolvimento de novos produtos, como o OSB, a madeira laminada colada, os painéis de

cimento-madeira, a madeira serrada e o compensado não participam mais isoladamente neste setor (SILVA, 2012).

O objetivo deste trabalho foi abordar temas relacionados a madeira de eucalipto para serraria, ou seja: práticas de manejo no campo (anelamento, desbaste e desrama), secagem, tipos de desdobro, características genéticas, anatômicas e usinabilidade da madeira com a finalidade de dar subsídios aos produtores de eucalipto, estudantes e membros da indústria de processamento de madeira.

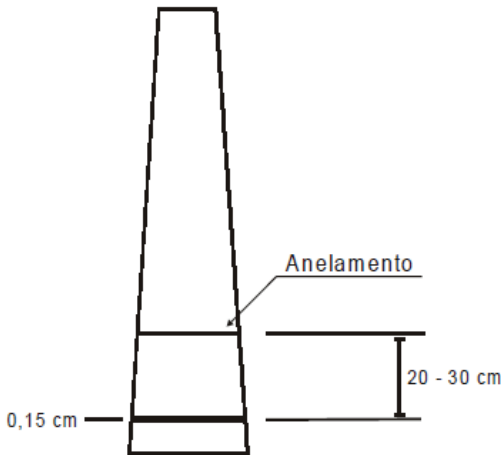
## **Anelamento, Vaporização e Secagem**

Sabe-se que a madeira de eucalipto, em termos gerais, possui altos níveis de tensões de crescimento. Em termos de manejo, para se minimizar esse efeito, utilizam-se técnicas de anelamento e inserção de sabre sobre o tronco antes da derrubada. O primeiro é usado também após a derrubada. A vaporização da tora e de tábuas também pode ser utilizada para esse fim.

Visando maior qualidade da madeira serrada, Marchesan et al. (2015) avaliaram as técnicas de anelamento e inserção de sabre em árvores de *Eucalyptus grandis* de 20 anos de idade, em dois períodos distintos de corte após essas prática (70 e 100 dias). O anelamento da árvore em pé consiste na retirada do tecido lenhoso ao longo de todo o diâmetro do tronco compreendendo uma profundidade de aproximadamente 1/3 do raio da árvore a uma altura de 20 cm a 30 cm acima da linha de corte, com o intuito de afetar o seu sistema cambial. A técnica de inserção do sabre da motosserra transversalmente consiste na entrada do sabre da casca até a medula da árvore a 40 cm acima do solo, atingindo o sistema cambial e obstruindo parte do tecido vascular, diminuindo o fluxo ascendente de seiva bruta no tronco e, como consequência, diminuindo a atividade metabólica da árvore . Esses autores observaram, em relação ao rendimento de madeira serrada sem rachaduras nas extremidades (RSRE), que a técnica de inserção de sabre foi superior

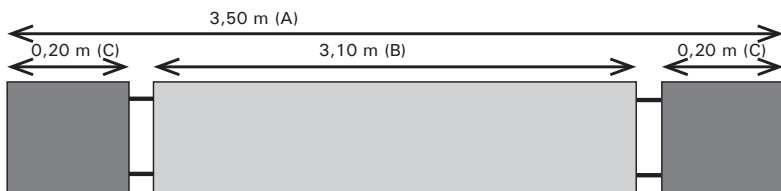
ao anelamento e este foi superior a testemunha (sem nenhuma intervenção). O período de 70 dias para o corte foi suficiente tanto para o anelamento como para a inserção do sabre para RSRE.

O anelamento é realizado de 20 cm a 30 cm acima do corte propriamente dito (Figura 1). Após a derrubada, normalmente se faz um novo anelamento no topo da tora, conforme a Figura 2.



**Figura 1.** Técnica de anelamento das árvores.

Fonte: Rocha; Tomaselli (2001)



**Figura 2.** Técnica de anelamento das toras, proposta por Gottstein (1968) apud Aguiar (1986).

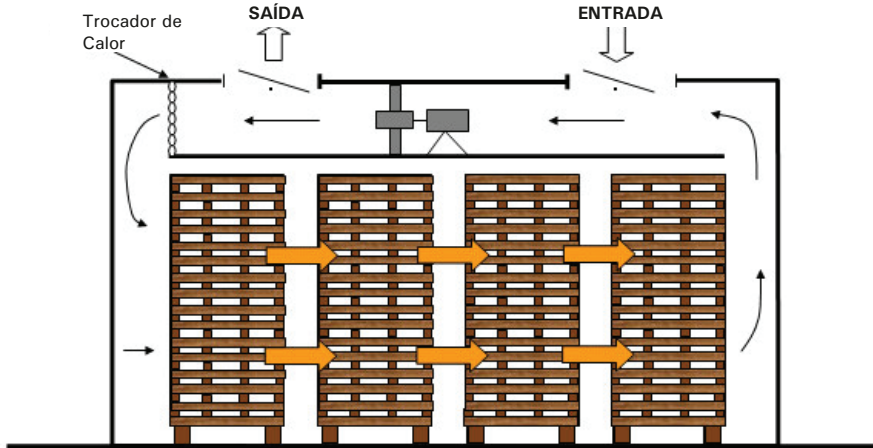
(A) tora anelada; (B) seção utilizada para desdobro; (C) sobra do anelamento.

A vaporização da madeira é uma técnica que tem sido explorada para uma grande variedade de propósitos: redução dos níveis de tensão de crescimento; aumento na permeabilidade da madeira; melhoramento na estabilidade dimensional; e melhoramento na penetração de preservativos. A vaporização também é usada para recondicionar

espécies propensas ao colapso e na redução do tempo de secagem (ROZAS; TOMASELLI, 1993).

Calonego e Severo (2005) estudaram o efeito da vaporização e anelamento de toras na redução de defeitos associados com as tensões de crescimento residuais em *Eucalyptus grandis* de 30 anos de idade. Metade do número de toras foi anelada e vaporizada a 90 °C de temperatura e 100% de umidade relativa durante 20 horas e metade não tiveram tratamento de vaporização, contudo, foram aneladas (controle). Posteriormente, as toras foram desdobradas pelo sistema de corte tangencial e realizadas medições dos defeitos decorrentes das tensões de crescimento em toras de diferentes classes de diâmetro. Os resultados evidenciam que: a vaporização das toras proporcionou a liberação de grande parte das tensões de crescimento, sem contudo eliminá-las por completo, mostrando que esse tratamento é tecnicamente viável e recomendável para a liberação das tensões de crescimento. Severo e Tomaselli (2000), utilizando metodologia semelhante em *Eucalyptus dunnii* de duas procedências, observaram que a vaporização reduziu o comprimento das rachaduras e a largura das rachaduras em 48% e 51%, respectivamente, para a procedência Urbenville, e 39% e 54%, respectivamente, para a procedência Dorrigo.

Para se obter um produto de maior valor agregado, é necessário uma secagem adequada do material. Uma das principais características da madeira de *Eucalyptus*, em relação à secagem, é a sua reduzida permeabilidade, o que implica secagem lenta e com temperaturas iniciais abaixo de 40 °C (processo convencional). Em razão do longo tempo da madeira no secador, o processo convencional se torna custoso. Uma das alternativas é a utilização de um pré-secador com o processo convencional, em que a vaporização intermediária durante o processo convencional é importante na recuperação da madeira colapsada. A secagem à vácuo é uma outra alternativa com potencial. No pré-secador, as condições de secagem são controladas, mantendo sempre baixas temperaturas (30 °C a 45 °C) e umidades relativas entre 70% a 80% (JANKOWSKI et al., 2003). Na Figura 3, mostra-se o esquema de um pré-secador.



**Figura 3.** Sistema de funcionamento de um pré-secador.  
Fonte: ABIMCI (2004)

O teor de umidade existente no material influencia as suas propriedades físicas e mecânicas, bem como a possibilidade de ser atacada por insetos e fungos xilófagos, comprometendo muitas vezes o seu uso. A condução da secagem é realizada de maneira que sejam controlados, de modo independente, os três fatores primordiais para uma boa secagem: temperatura, umidade do ar e ventilação. Os diversos tipos de empenamentos são ocasionados por diferenças das contrações existentes entre as camadas de crescimento, lenho juvenil e adulto, cerne e albarno, desvios na orientação das fibras e presença de madeira de reação. Se a madeira, em função da sua formação e posterior estrutura anatômica, apresenta tendência a distorções, a escolha de um processo inadequado de secagem e a retração decorrente da perda de umidade tenderão a acentuar as distorções (SANTOS, 2002b).

Antes de se processar a secagem da madeira, são necessárias determinações da porosidade da madeira, retrações tangenciais e radiais e isotermas de dessecamento para a elaboração de modelos determinísticos precisos no processo de secagem (REDMAN et al., 2016). O controle eficiente de defeitos da madeira durante a secagem consiste na manutenção de um balanço entre a taxa de evaporação de umidade da

superfície e a taxa de movimento da umidade do interior da madeira para o exterior (REDMAN et al., 2017).

Entre os defeitos que podem ocorrer no processo de secagem, o colapso da madeira é considerado um dos principais. Para minimizar esse defeito, Yang et al. (2014) estudaram diversas formas de secagem em amostras de madeira de *Eucalyptus urophylla* de 11 anos de idade com densidade básica da madeira de  $0,48 \text{ g cm}^{-3}$ . Observaram que condições de secagem intermitente (período de secagem seguido de um intervalo de tempo com temperatura de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  e umidade relativa alta) mostraram uma menor retração e colapso da madeira do que em condições de secagem contínua.

Yunarti et al. (2013) estudaram o desenvolvimento de colapso na madeira de *Eucalyptus saligna* de 12 anos, em amostras de 32 cm de comprimento, obtidas em desdobro tangencial em diferentes temperaturas de secagem. Observaram que a temperatura limite de secagem para não haver colapso situa-se abaixo de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Na secagem de madeira, a utilização da vaporização nesse processo traz benefícios na qualidade do produto final. Rozas e Tomaselli (1993) estudaram a secagem da madeira de *Eucalyptus viminalis* de árvores previamente aneladas (antes da derrubada e na confecção dos toretes) e, posteriormente vaporizadas). O programa de secagem constou de três diferentes fases de vaporização, sendo uma inicial de duas horas, para acelerar o processo de secagem; uma vaporização intermediária de quatro horas, para recuperação do colapso; e uma vaporização final de uma hora, para diminuir o gradiente de umidade e as tensões de secagem, todas realizadas a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os bons resultados obtidos com o programa de secagem aplicado permitiu um aproveitamento de 72% da madeira (livre de defeitos). Esses resultados positivos podem ser atribuídos à aplicação de um programa de secagem gradual às diferentes vaporizações a que a madeira foi submetida, como também ao fato de ter-se aplicado a técnica de anelamento e vaporização.

Como citado anteriormente em Jankowski et al. (2003), em geral, as espécies de eucalipto necessitam de programa de secagem mais suave para se obterem melhores resultados em relação à qualidade final do produto. Severo (2000) estudou o comportamento de secagem da madeira de *Eucalyptus dunnii* de 16 anos em estufa piloto convencional, utilizando-se três programas de secagem. Cada programa de secagem teve uma vaporização inicial (pré-vaporização) de 3 horas após 1 hora de aquecimento inicial e uma vaporização intermediária de 5 horas para recuperação do colapso, quando a madeira se encontrava a 17% de umidade. Os resultados mostram que, entre os programas de secagem utilizados, somente o programa considerado o mais suave (Tabela 1) apresentou um bom resultado em termos de qualidade de madeira seca. Entre os defeitos encontrados estão 37,5% de colapso, 35% de encanoamento e 10% de rachaduras. Embora, desse total, somente 15% do colapso e encanoamento foram classificados como defeitos fortes.

**Tabela 1.** Programa de secagem mais suave.

Umidade da madeira (%)	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	Umidade de equilíbrio (%)	Tempo (h)	Potencial de secagem
	Bulbo seco	Bulbo úmido				
Vaporização inicial	100	100	100	-	3	-
Verde - 50	40	37,5	85	17	-	2,9
50-40	43	40	84	16,2	-	2,8
40-30	45	41	79	14,2	-	2,5
30-22	50	45	74	12,6	-	2,1
22-17	55	44	51	7,7	-	2,5
Recuperação de colapso	100	100	100	-	5	
Início - 15	55	44	51	7,7	-	2,1
15-12	60	47	47	6,9	-	1,7

Fonte: Severo (2000).



Um dos métodos de secagem é deixar o material após o desdobro ao ar livre, em geral, tábuas, embaixo de uma cobertura para evitar a chuva. Quando o objetivo é se obter ripas a partir de tábuas, fica a dúvida se é melhor desdobrar as tábuas no estado verde ou após a secagem para se obter maior rendimento da madeira. Pensando nisso, Del Menezzi (1998) propôs um trabalho para testar o método de serrar troncos de *Eucalyptus cloeziana* de 17 anos e *Eucalyptus grandis* de 21 anos em tábuas, secar e resserrar em ripas (SSR), comparando com o método convencional em que as tábuas verdes foram resserradas em ripas. Para ambos os métodos, as toras foram desdobradas em serra alternativa de quadro cheio e as tábuas foram imediatamente serradas em serra circular múltipla. Observou-se que o método SSR reduziu em 62% as peças rejeitadas de *E. cloeziana*, em comparação ao método convencional, enquanto, para o *E. grandis*, essa redução foi da ordem de 38%.

O processo de secagem à vácuo tem sido adotado nos últimos anos pela indústria madeireira, especialmente pelos Estados Unidos e pela Europa, em detrimento ao processo convencional. Redman et al. (2017) estudaram a secagem de quatro espécies de eucalipto no sistema convencional e à vácuo. Observaram no processo de secagem à vácuo, que os fenômenos de transferência de massa e calor foram evidentes, confirmando que o nível de secagem melhorou significativamente como resultado direto de uma transferência difusiva e convectiva, em que foi mais efetiva ao longo da espessura da tábua. Diferentemente da madeira das espécies classificadas como macias (softwood, gimnospermas), na madeira das espécies de eucalipto (hardwood, angiospermas) usada, a migração longitudinal de massa e calor apresentou efeito secundário. Na Tabela 2, apresenta-se esquema de secagem convencional e à vácuo de duas das espécies de eucalipto testadas. Nota-se condições de temperatura e umidade relativa diferentes para as duas espécies nos dois processos de secagem.

**Tabela 2.** Esquemas de secagem convencional e à vácuo para *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus obliqua*.

Ponto de mudança do teor de umidade (%)	<i>Corymbia citriodora</i>				<i>Eucalyptus obliqua</i>			
	Convencional		Vácuo		Convencional		Vácuo	
	Temp. (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. (°C)	Umidade relativa (%)	Temp. (°C)	Umidade relativa (%)
>70	45	83	64	78	25	77	44	85
70-60	45	83	65	76	25	77	44	85
60-50	45	78	66	75	25	77	45	82
50-40	45	78	66	73	30	73	45	75
40-35	45	78	67	70	30	73	45	73
35-30	50	79	67	70	35	75	45	73
30-25	55	64	69	66	40	71	58	65
25-20	60	58	71	55	45	60	64	65
20-15	70	47	75	40	50	54	72	35
15-final	70	35	80	55	55	40	80	55

Fonte: Redman et al. (2017).

A dimensão das árvores, pelo diâmetro do tronco, pode interferir no grau de secagem das tábuas, afetando a qualidade da madeira. Com o objetivo de verificar essa afirmação, Souza et al.(2012) observaram a qualidade da madeira serrada proveniente de árvores dominantes (mais grossas) e médias de *Eucalyptus grandis* de 14 anos avaliadas na condição pós-desdobro, pós-secagem ao ar livre (18% de umidade) e pós-secagem em estufa (13% de umidade). Verificaram que o índice médio de rachadura de tábuas nas três condições de secagem foi maior nas árvores médias e, dentro de árvores dominantes e médias, houve tendência de maiores índices de rachadura, de maneira crescente, da condição pós-desdobro à pós-secagem em estufa.

O modelo de desdobro, radial ou tangencial, pode, com condições de secagem em estufa e diferentes classes diamétricas do tronco, mostrar desdobramentos distintos em relação aos defeitos da madeira como

arqueamento, encurvamento, encanoamento, colapso e rachaduras de topo das tábuas. Rocha e Tomaselli (2002) observaram em tábuas de *Eucalyptus grandis* de 12 anos e *Eucalyptus dunnii* de 16,5 anos, independente da espécie e da classe diamétrica, que o arqueamento e o encurvamento foram mais pronunciados no desdobro radial, sendo observados logo após o desdobro das toras. Entretanto, as rachaduras foram mais pronunciadas no desdobro tangencial. Durante a secagem, as tábuas radiais mostraram-se mais estáveis quanto a rachaduras e somente tábuas tangenciais apresentaram encanoamento. Em relação ao encurvamento nas peças com desdobro tangencial, as tábuas secas obtidas de toras grossas diminuíram em 26% a quantidade de peças que apresentaram o defeito comparativamente às tábuas verdes.

## Desbaste e Desrama

Para se obter madeira de qualidade para serraria, é necessário que a espécie de eucalipto tenha aptidão para esse fim e, dentro da espécie, deve-se selecionar material genético em diferentes condições ambientais. Os tratamentos silviculturais, como adubação, espaçamento, desrama, desbaste, anelamento ou inserção de sabre no tronco antes da derrubada e práticas adequadas de corte, são fundamentais para o alcance do objetivo. A desrama artificial promove a redução da conicidade, fendilhamento das toras e a quantidade de nós (KOZLOWSKI, 1971); aumenta o volume de madeira limpa comparativamente às árvores em que não foram realizadas essa prática. O desbaste é realizado com o objetivo de as árvores obterem maior dimensionamento diamétrico e, por conseguinte, maior rendimento em madeira para serraria.

A desrama, em geral, é realizada em várias etapas do crescimento da planta para evitar especialmente a formação de ramos mais grossos que podem comprometer o volume de madeira limpa. Polli et al. (2006) avaliaram a qualidade da madeira para serraria em plantas de clone de *Eucalyptus grandis*, submetidas à desrama artificial, utilizando a combinação de diferentes alturas de remoção dos galhos, a partir do solo, e de intervenções

necessárias para atingir 6 m de altura livre de galhos. O ensaio foi realizado em Abaeté, MG, onde a primeira intervenção ocorreu quando as plantas apresentavam 16 meses de idade (Tabela 3). Observaram, aos 55 meses do plantio, que a desrama artificial promoveu redução no núcleo nodoso, com um ganho médio de 94% na extensão de madeira limpa em relação à testemunha. Para ferimentos de desrama de diâmetro inferior a 1,5 cm, a extensão de oclusão do galho foi de 0,48 cm, com 42% dos ferimentos apresentando fenda aberta. Para ferimentos com diâmetro superior a 1,5 cm, a extensão da oclusão foi de 0,74 cm, com 92% dos ferimentos com fenda aberta, indicando cicatrização mais rápida em ferimentos de remoção de galhos de menor diâmetro. O tratamento 1,0 m + 1,0 m + 1,0 m + 3,0 m apresentou valor médio de madeira livre de nós de 1,75 cm, ou seja, a madeira compreendida entre a casca e o núcleo que contém os nós (121% mais elevado que na testemunha). Essa maior extensão de madeira limpa para esse tratamento se deveu à remoção dos galhos vivos de diâmetro entre 1,0 cm e 2,0 cm, que se concentravam até aproximadamente 2,0 m de altura na planta, na segunda intervenção de desrama.

**Tabela 3.** Tratamentos de desrama (intensidade e frequência) aplicados em plantas do clone 24504 de *Eucalyptus grandis*, submetidas à primeira intervenção aos 16 meses de idade, em Abaeté, MG.

Tratamentos	Altura parcial de desrama (m)				Altura total de desrama (m)
	16 meses <sup>(1)</sup>	20 meses	28 meses	45 meses	
Testemunha	-	-	-	-	-
0,5+0,5+2,0+3,0	0,5 <sup>(2)</sup>	0,5 <sup>(3)</sup>	2,0 <sup>(3)</sup>	3,0 <sup>(3)</sup>	6,0
0,5+1,0+1,5+3,0	0,5	1,0	1,5	3,0	6,0
1,0+1,0+1,0+3,0	1,0	1,0	1,0	3,0	6,0
1,0+0,0+2,0+3,0	1,0	-	2,0	3,0	6,0
1,5+0,0+1,5+3,0	1,5	-	1,5	3,0	6,0

(1) 16 meses constituem a idade em que foi realizada a primeira intervenção de desrama.

(2) Altura de desrama a partir do nível do solo.

(3) Altura de desrama a partir da altura da primeira, segunda e terceira desramas.

Fonte: Polli et al. (2006).

Em complementação ao trabalho anterior de desrama de *Eucalyptus grandis* em Abaeté, MG, realizou-se desbaste concomitantemente à desrama, em que os tratamentos incluíram a remoção de árvores nos seguintes percentuais e idades: 0% (SD, Testemunha, Tabela 2); 35% aos 55 meses (35% 55) e aos 81 meses (35% 81); e 70% aos 81 meses, com eliminação da brotação (70% 81 SB) e sem eliminação da brotação (70% 81 CB) das cepas remanescentes. O diâmetro e a altura das árvores foram avaliados dos 81 aos 141 meses de idade. A viabilidade econômica foi avaliada aos 141 meses de idade, considerando a produção de multiprodutos, empregando um modelo de programação dinâmica. O alto valor de mercado das peças de madeira serrada e o maior volume de madeira para serraria nos regimes de desbaste de 70% 81 SB e 35% 55 apresentaram maior volume de madeira limpa para serraria, proporcionando maior rentabilidade econômica em comparação aos demais tratamentos (RAMOS, 2011).

Normalmente, para a desrama, utiliza-se como parâmetro a altura da árvore e a idade, especialmente a primeira e, à medida que as plantas avançam no tempo, existe a tendência a desramar somente as melhores árvores. Ramos (1973) apud Bertolani et al. (1995) descreve o regime de desrama em *E. grandis* utilizado pelo Departamento Florestal na África do Sul. Para determinar o momento de realizar a desrama, este autor toma como referência a altura. As desramas até 3,0 m; 5,0 m e 7,5 m deverão ocorrer quando as árvores tiverem no mínimo 6,6 m; 9,0 m e 13,5 m de altura, respectivamente. Beig (1991) apud Bertolani et al. (1995), após analisar experimentos de poda e desbaste em *Eucalyptus* sp, recomenda desrama somente nas melhores árvores, aos 2 anos, até a altura de 4,0 m a 5,0 m. Acima dessa altura, a desrama natural é efetiva e a madeira livre de nós desenvolve normalmente. França (1991) apud Bertolani et al. (1995) recomenda, para *E. grandis*, desrama até a altura de 2,20 m aos 2 anos de idade, e após o primeiro desbaste (aos 4 anos), nas melhores árvores, até a altura de 6,0 m. Glass e McKenzie (1989) apud Bertolani et al. (1995),

estudando a distribuição da podridão causada por desramas e tensão de crescimento em *E. regnans* na Nova Zelândia, verificaram que, quando as desramas são frequentes, os diâmetros dos galhos são menores, diminuindo o tempo de cicatrização, conseqüentemente, o tempo de exposição dos ferimentos à infecção é menor. Bertolani et al. (1995) propuseram que, quando as plantas completarem 1 ano de idade, seja realizada a desrama até 3 m de altura das 1.000 melhores árvores/ha; aos 2 anos, poda até 6 m de altura das 650 melhores árvores/ha; e, aos 3 anos, desrama até 9 m de altura das 300 melhores árvores/ha.

Os desbastes, caso não provoquem a reorientação das copas das árvores, podem contribuir para a diminuição dos efeitos das tensões de crescimento. Quando as intensidades de desbaste forem muito rigorosas a ponto de provocar novas orientações das copas das árvores, o nível das tensões de crescimento pode ser aumentado (KUBLER, 1987). Lima et al. (2006) estudaram o efeito do desbaste e da fertilização nas tensões de crescimento em *Eucalyptus grandis* de 21 anos de idade, manejada pelo sistema de desbastes seletivos com aplicação de fertilizantes na época do início dos desbastes, aos 5 anos de idade. Os fatores utilizados foram três intensidades de desbastes seletivos (37%, 50% e 75%); presença ou ausência de fertilizantes (Tabela 4); duas classes de diâmetro; duas posições verticais ao longo da altura do fuste comercial; e três posições radiais. As influências dos fatores nas tensões de crescimento das árvores foram avaliadas de forma indireta por meio das rachaduras de extremidade de tábua, encurvamento e arqueamento de tábua. Não foram observadas diferenças significativas entre as três intensidades de desbaste para cada tora e posição radial. Isso demonstra que as intensidades estudadas não foram suficientes para influir significativamente nos índices de rachaduras de extremidade de tábua verde e que, de acordo com a literatura, as rachaduras de extremidade de tábua são mais fortemente controladas por fatores genéticos.

**Tabela 4.** Caracterização dos tratamentos tomados de uma população experimental de *E. grandis* de 21 anos de idade.

Parcela	Adubação aos 5 anos <sup>(1)</sup>	Desbaste (%)	Idade no 1º desbaste	Idade no 2º desbaste	Idade no 3º desbaste	Nº árvores por ha aos 21 anos
1	N	37	5	6,5	8,5	549
2	S	37	5	6,5	8,5	521
3	N	50	5	7,5	-	535
4	S	50	5	7,5	-	556
5	N	75	5	-	-	535
6	S	75	5	-	-	535

<sup>(1)</sup> N = não adubado; S = adubado.

Fonte: Lima et al. (2006).

Um dos métodos preconizados para o desbaste de um povoamento é o de curvas com tendências correlacionadas “CCT – Method, conforme Hiley (1959)” apud Fernandes et al. (1986), que consiste no estabelecimento progressivo de oito tratamentos, representando densidades populacionais de 100% (Trat. 1); 50% (Trat. 2); 33,3% (Trat. 3); 25% (Trat. 4); 16,7% (Trat. 5), 12,5% (Trat. 6); 9,3% (Trat. 7); e 4,2% (Trat. 8), as quais permanecerão até o final da rotação.

A técnica de execução, descrita em Fernandes et al. (1986), consiste em:

- Assumir a existência do início da competição no povoamento, assim os tratamentos de 2 a 8 serão reduzidos a 50% de densidade, enquanto o tratamento 1 permanece com 100%.
- Selecionar e marcar 50% das árvores do tratamento 1 (de densidade 100%) cujo DAP médio seja idêntico ao DAP médio dos tratamentos de 2 a 8 (já desbastados à 50% de densidade).
- Quando o DAP médio das plantas selecionadas no tratamento 1 diferenciar-se ao nível de 1/10 de polegada (aproximadamente 2,5 mm) da média dos DAP dos tratamentos de 2 a 8, considera-se estabelecida a competição e então todos os tratamentos de 3 a 8 serão desbastados a uma densidade de 33,3%. A seguir seleciona-se e marca-se 33,3%

de árvores (em relação à densidade inicial) do tratamento 2 cuja média dos DAP seja idêntica à média dos DAP de todos os tratamentos de 3 a 8; novamente, quando a média dos DAP do tratamento 2 diferenciar-se ao nível de 1/10 de polegada da média dos DAP dos tratamentos 3 a 8, é considerada estabelecida nova competição e, então, todos os tratamentos de 4 a 8 serão desbastados para uma densidade de 25%. Idêntico procedimento é seguido para a efetivação dos demais tratamentos.

Fernandes et al. (1986) aplicaram o “CCT Method” num povoamento de *Eucalyptus grandis*. Realizou-se, para efeito de publicação, até o quarto desbaste (16,7% da densidade inicial populacional). O primeiro desbaste foi aos 3 anos e 2 meses; o segundo, aos 3 anos e 11 meses; o terceiro, aos 5 anos e 7 meses; e o quarto, aos 6 anos e 10 meses. Observaram que o critério estabelecido pelo método (implantar o tratamento subsequente à partir do diferencial de 2,5 mm ocorrido entre os DAP das árvores demarcadas no tratamento anterior) pode ser substituído pela área basal excedente de um limite pré-fixado para cada situação específica. Isso permitirá o estabelecimento de intervalos de intervenção e percentuais de remoção diferenciados para situações desejadas.

## Desdobro

A maneira como é feito o desdobro ou corte da tora implica questões práticas de aumento ou diminuição de rendimento de madeira, que, por sua vez, tem origem nas dimensões das peças e defeitos inerentes para cada sistema de desdobro. Basicamente, o desdobro pode ser com cortes tangenciais, radiais ou mistos, e, dentro de cada tipo de desdobro, pode haver variações. Uma das formas de desdobro que as serrarias utilizam foi descrito por Anjos (2013) em toras de *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. dunnii*: na máquina principal, foram realizados o primeiro e o segundo corte, a tora foi girada 90° e foram realizados o terceiro, o quarto e o quinto corte. As operações secundárias de resserragem foram feitas na serra fita horizontal; a porção restante, desdobrada em serra circular múltipla (Figura 4). Foram amostradas três classes diamétricas (Tabela 5). Pelo rendimento de madeira serrada por espécie baseado no volume da tora e descontado



o destopo ou eliminação de partes de tábuas e razão das rachaduras, *E. saligna* obteve o maior rendimento com 48,3%; *E. dunnii* apresentou 42,3% e *E. grandis* 44,5% e, dentro de cada espécie, as toras grossas mostraram maior rendimento (Tabela 6). Quanto às operações de resserragem, quando se utilizou a serra fita horizontal, os índices de rachaduras foram inferiores nas três espécies nas suas respectivas classes diamétricas em comparação com o desdobramento em serra circular múltipla.

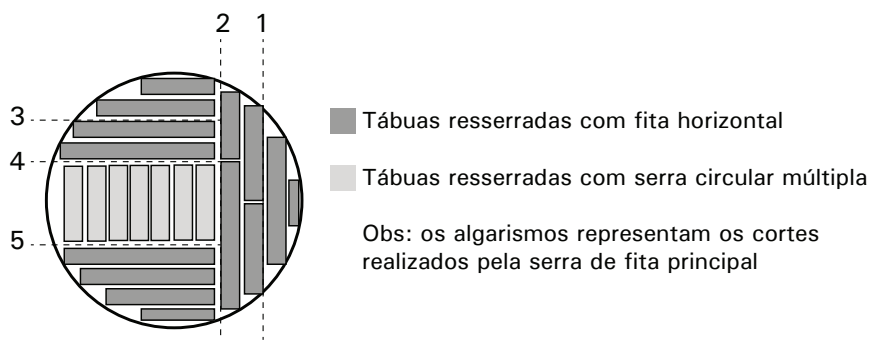


Figura 4. Modelo de desdobro utilizado.

Fonte: Anjos (2013)

Tabela 5. Diâmetros médios dos clones selecionados com 11,5 anos de idade para todos os clones.

Espécie	Classe diamétrica	Diâmetro médio (cm)
<i>E. dunnii</i>	Toras finas	23,52
	Toras médias	28,93
	Toras grossas	35,33
<i>E. saligna</i>	Toras finas	22,24
	Toras médias	24,75
	Toras grossas	33,58
<i>E. grandis</i>	Toras finas	33,90
	Toras médias	35,33
	Toras grossas	39,34

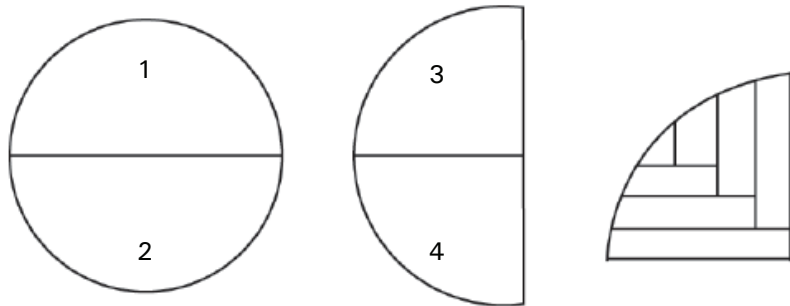
Fonte: Anjos (2013)

**Tabela 6.** Efeito do rendimento para as três espécies nas três classes diamétricas.

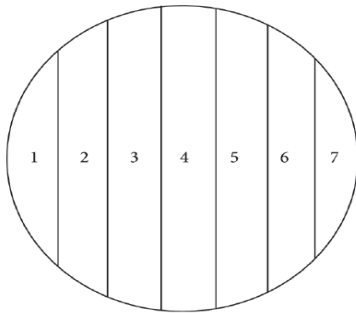
Espécie	Classe diamétrica	Rendimento médio (%)	Rendimento por espécie (%)	Comparação de médias
<i>E. dunnii</i>	Toras finas	36,71		
	Toras médias	41,02	42,35	b
	Toras grossas	49,32		
<i>E. saligna</i>	Toras finas	43,87		
	Toras médias	47,46	48,29	a
	Toras grossas	53,55		
<i>E. grandis</i>	Toras finas	41,07		
	Toras médias	43,85	44,49	b
	Toras grossas	48,55		

Fonte: Anjos (2013)

Juízo et al. (2014) avaliaram o rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna*, ambos com 27 anos de idade, implantados em Machipanda, Moçambique, em dois modelos de desdobro (radial e tangencial) (Figuras 5 e 6) numa serraria portátil. As árvores, em duas classes diamétricas: 30 cm a 34,5 cm e 35 cm a 39,5 cm, foram derrubadas e traçadas em toras de 3,4 m de comprimento, sendo produzidas tábuas de 25 mm de espessura. Os resultados obtidos demonstraram que, para as duas classes diamétricas, o modelo de desdobro tangencial obteve melhor desempenho em relação ao desdobro radial, em termos de rendimento. Entre as duas espécies estudadas, o *Eucalyptus cloeziana* obteve melhores rendimentos em relação ao *Eucalyptus saligna*, tendo se destacado no modelo de desdobro tangencial da maior classe diamétrica, em que se obteve rendimento médio de 42,4%.



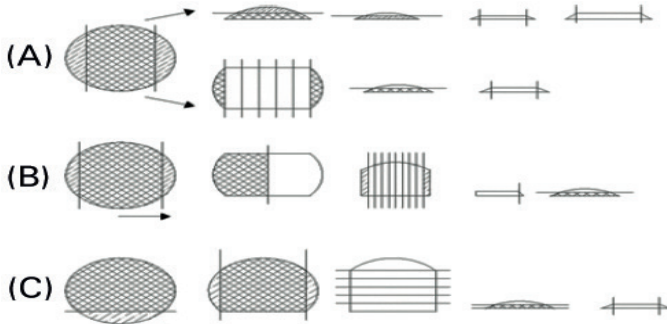
**Figura 5.** Modelo de desdobro radial utilizado.  
Fonte: Juízo et al. (2014).



**Figura 6.** Modelo de desdobro tangencial utilizado.  
Fonte: Juízo et al. (2014).

Cunha et al. (2015a,b) determinaram o rendimento de matéria-prima de *Eucalyptus bentahamii* e *Eucalyptus grandis*, ambos com 13 anos de idade, implantados na região de Palmeira, SC, num espaçamento 2,5 m x 2,5 m, em toras de 2,4 m, separadas em duas classes diamétricas (20 cm a 25 cm e 25,1 cm a 30 cm). Os autores testaram três sistemas de desdobro (tangencial em bloco, radial e tangencial em bloco com face curva) (Figura 7). Observaram que, para *E. bentahamii*, os rendimentos médios líquidos encontrados foram de 43,5% e 39,2% nas classes inferior e superior, respectivamente, os quais foram influenciados pelas rachaduras das peças e pelos destopos. O desdobro tangencial em bloco e em face curva de madeira verde foram os métodos que apresentaram maior aproveitamento em madeira serrada na classe de 20 cm a 25 cm,

enquanto na classe de 25,1 cm a 30 cm o sistema tangencial em bloco e radial foi equivalente. Para *E. grandis*, na classe de 20 cm a 25 cm, o rendimento do processo (sem defeitos, rachaduras e destopos) foi de 56,7% no tangencial em bloco contra 43,3% no radial, enquanto, na classe de 25,1 cm a 30,0 cm, o rendimento foi de 51,9% no tangencial contra 41,6% no radial.

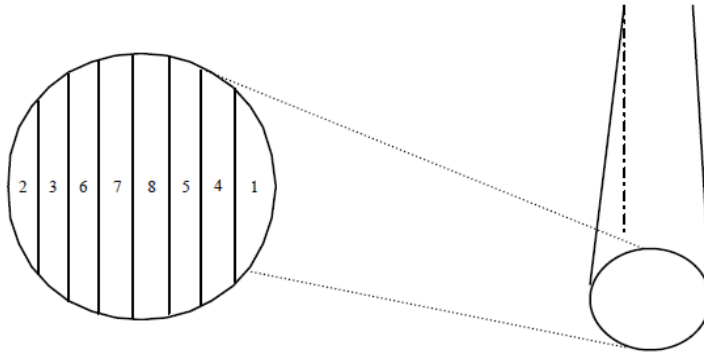


**Figura 7.** Métodos de desdobro: (A) tangencial em bloco; (B) radial e (C) tangencial em bloco com face curva.

Fonte: Cunha (2015a).

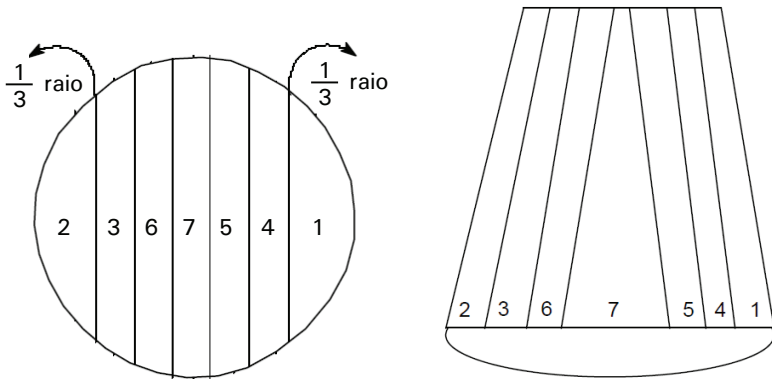
Ferreira et al. (2004) avaliaram a influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de 11 clones de híbridos de *Eucalyptus* sp. implantados em Vazante, MG. As idades variaram de 7,5 anos a 10,5 anos e os espaçamentos variaram de 3 m x 3 m a 10 m x 4 m. Cortou-se de cada árvore amostrada uma tora de 7 m de comprimento. As toras foram avaliadas conforme seus defeitos e desdobradas em serra de fita simples, por meio de três métodos tangenciais balanceados: paralelo ao centro da tora (M1), com cortes de costaneiras a 1/3 do raio da tora (M2) e paralelo à casca (M3) (Figuras 8 e 9). Após o desdobro, avaliaram-se o rendimento e a qualidade da madeira serrada. Considerando a média dos 11 clones, o rendimento de tábuas sem rachaduras

(%), o M1 foi de 35,2%, o M2 foi de 30,1% e o M3 foi de 37,2%.



**Figura 8.** Método de desdobro tangencial balanceado paralelo ao centro da tora (M1).

Fonte: Ferreira et al. (2004).



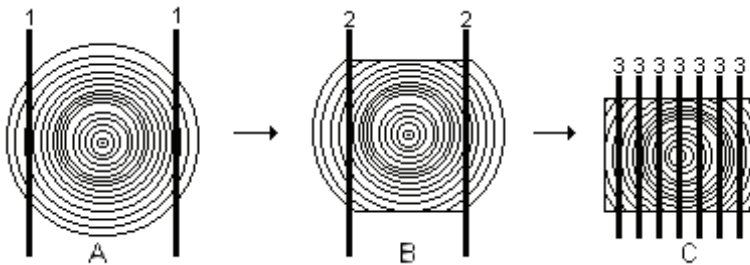
**Figura 9.** Método de desdobro tangencial paralelo ao centro da tora com retirada de duas costaneiras a  $\frac{1}{3}$  do raio (esquerda) (M2); método de desdobro tangencial balanceado paralelo à casca (direita) (M3).

Fonte: Ferreira et al. (2004).

Montagna et al. (1991) estudaram o desdobro de *Eucalyptus grandis* de 18 anos localizada na Floresta de Santa Barbara do Instituto Florestal ( $49^{\circ} 14' O$ ,  $22^{\circ} 53' S$ , e 600 m de altitude). O solo é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura arenosa. As toras foram desdobradas por dois processos visando diminuir o efeito das tensões de crescimento sob a forma de rachaduras das tábuas. No primeiro processo, foram retiradas simultaneamente duas costaneiras opostas, uma de cada lado, a  $\frac{1}{3}$  do raio, a partir da periferia da tora, voltando a seguir a tora,

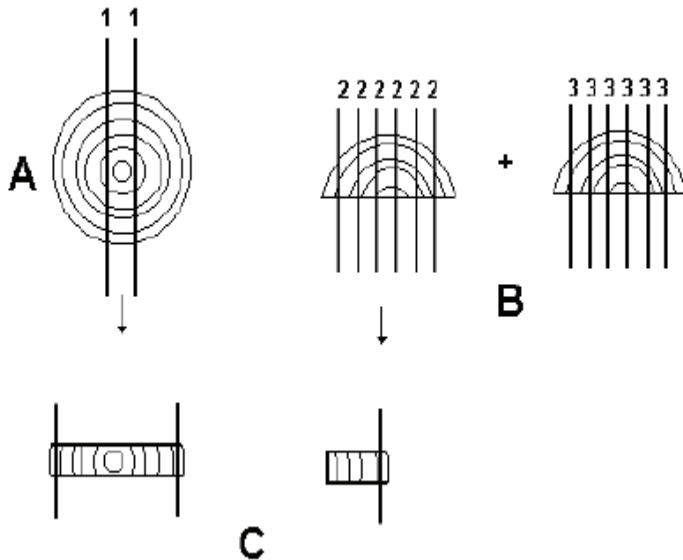
repetindo-se a operação e, posteriormente, fez-se corte com serra de fita simples, alternando-se as faces em cada passada. O referido sistema foi comparado ao tradicional, em que a tora é fixada e serrada por meio de contínuas e sucessivas passadas para retiradas de tábuas. No sistema de corte tradicional (cortes paralelos), o valor do “índice de rachadura” (IR) foi nove vezes maior àquele obtido no sistema de “cortes a 1/3 do raio”. Submetendo-se as mesmas tábuas ao processo de secagem ao ar livre, em estaleiros, a tendência de menores valores do IR para as tábuas obtidas pelo sistema de cortes a 1/3 do raio manteve-se na fase da madeira seca.

Rocha e Tomaselli (2001) avaliaram o efeito de dois modelos de corte (radial e tangencial) (Figuras 10 e 11 ), considerando toras de duas classes diamétricas nas dimensões de tábuas serradas de *Eucalyptus grandis* de 12 anos e *Eucalyptus dunnii* de 16,5 anos. Fizeram anelamento antes e após o corte da árvore e a vaporização das toras antes do desdobro. As tábuas tangenciais apresentaram larguras superiores e comprimentos mais homogêneos, com menor variação em espessura. O desdobro radial apresentou maior variação em largura, mas aumentou o número de tábuas curtas.



**Figura 10.** Desdobro Tangencial, baseado em picadores perfiladores (A,B) e serra circular múltipla de dois eixos (C).

Fonte: Rocha e Tomaselli (2001).

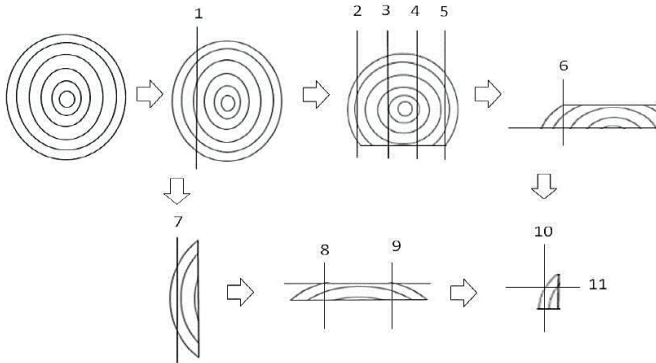


**Figura 11.** Desdobro radial, utilizando serra fita tipo tandem (A), circular múltipla de um eixo (B) e refiladeira simples (C).

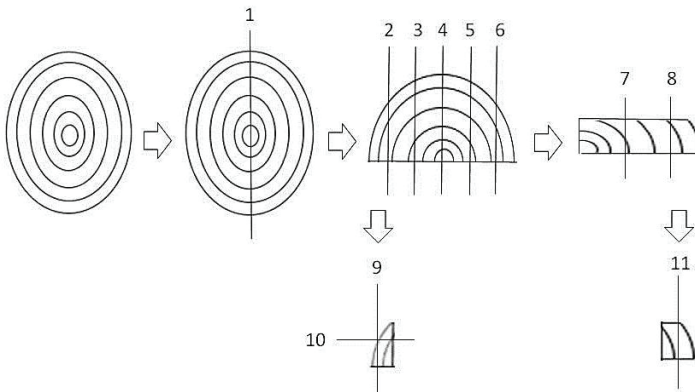
Fonte: Rocha e Tomaselli (2001).

Carvalho (2016), com o objetivo de aprimorar o aproveitamento da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, aplicou modelos de corte no desdobro primário das toras, do tipo tangencial alternado e do tipo radial (Figuras 12 e 13), em duas classes diamétricas, sendo avaliada a conicidade das toras e o rendimento médio de cada modelo de desdobro. Posteriormente, foram quantificados os tipos de produtos de cada modelo de desdobro e realizada a análise de custos de produção para os modelos utilizados. As toras apresentaram baixa conicidade, com valores médios de 0,92 cm/m para toras utilizadas no modelo de desdobro tangencial alternado e 1,48 cm/m para toras utilizadas no modelo de desdobro radial, o que indicam características satisfatórias para o uso em serraria. Obteve-se rendimento médio para o modelo de desdobro tangencial alternado de 47,08% com toras de diâmetro médio de 33,0 cm (variação de 25,9 cm a 47,0 cm) e rendimento médio para o modelo de desdobro radial de 53,43% com toras de diâmetro médio de 47,0 cm (variação de 36,0 cm a 72,5 cm). O modelo de desdobro

radial, levando em consideração que as toras nesse modelo tiveram maior diâmetro médio do que no modelo de desdobro tangencial, apresentou maior quantidade de viga 11, enquanto o modelo de desdobro tangencial apresentou maior quantidade de viga 15 (Tabela 7).



**Figura 12.** Processo de desdobro de toras de eucalipto do modelo do tipo tangencial alternado: (1) retirada de costaneira; (2 a 5) cortes sucessivos; (6, 8 e 9) refilo; (7, 10 e 11) aproveitamento. Fonte: Carvalho (2016).



**Figura 13.** Processo de desdobro de toras de eucalipto do modelo radial: (1) toras serradas ao meio; (2 a 6) desdobro de metade da tora na segunda serra fita; (7 e 8) refilo; (9, 10 e 11) aproveitamento. Fonte: Carvalho (2016).



**Tabela 7.** Produtos da serraria de eucalipto e suas respectivas dimensões.

Produto	Espessura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
Viga 11	50	110	2.500 a 5.000
Viga 15	50	150	2500 a 5.000
Caibro	50	50	2.500 a 5.000
Aproveitamento	25	50	< 2.500
Ripamento	25	50	2.500 a 5.000
Movaleiro	25/35	75/110/150	1.000 a 5.000

Fonte: Carvalho (2016).

Rocha e Trugilho (2006) avaliaram a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* de 13 anos de idade para uso na indústria de beneficiamento. Foram utilizadas toras de 25 cm e 30 cm de diâmetro, desdobradas em dois métodos de desdobro: um método produziu tábuas com faces tangenciais; e o outro método, tábuas com faces radiais. Foram mensurados os seguintes defeitos: arqueamento, encurvamento, encanoamento e índice de rachaduras nas tábuas em condição verde e após secagem até a umidade de equilíbrio. O arqueamento foi mais intenso em tábuas radiais, contudo diminuiu de intensidade após a secagem. O encurvamento foi similar nos dois métodos. O encanoamento ocorreu somente em tábuas tangenciais após a secagem delas. As rachaduras foram mais intensas no desdobro tangencial e apresentaram maior evolução após secagem, quando comparado com o desdobro radial. Concluíram que o sistema de desdobro visando a obtenção de tábuas com faces radiais apresentou melhores condições de uso das peças para fins de beneficiamento industrial.

## Genética e Melhoramento Florestal

O melhoramento genético aplicado ao gênero *Eucalyptus* apresenta-se como opção potencial para o aumento da produção de madeira de qualidade. Conhecer a variabilidade contida e a forma de sua expressão é fundamental no processo de seleção ou melhoramento genético florestal (BOTREL et al., 2010).

Um fator importante da genética com fins de melhoria da qualidade da madeira para serraria é determinar o grau de herdabilidade de características, assim como rachaduras, empenamentos e resistência mecânica, que afetam o rendimento da madeira processada e obter correlações genéticas destas, com características físicas da árvore mais fáceis de determinar e, se possível, não destrutivas. Se por meio de testes de procedências, progênies ou clones se acharem os materiais apropriados para determinados fins, o processo consistirá em multiplicação desse material, especialmente por propagação vegetativa.

Schacht et al. (1998) estudaram a variação genética de indicadores de tensão de crescimento em clones de *Eucalyptus urophylla* de 9 anos de idade. Os caracteres relativos à tensão de crescimento como rachaduras de toras, de tábuas, empenamentos da madeira serrada e caracteres silviculturais, como diâmetro à altura do peito sem casca (DS), altura total da árvore, altura do fuste, comprimento de copa e conicidade do fuste, foram considerados para estimarem-se herdabilidades no sentido amplo e correlações genéticas e fenotípicas entre os caracteres. Os resultados mostraram que as rachaduras e os empenamentos de toras e (ou) madeira serrada são altamente herdáveis e que não existe correlação genética entre DS e qualquer um desses caracteres de qualidade da madeira. A porcentagem de rachaduras de topo de toras, a flecha da primeira costaneira ou a flecha do vigote desta, obtidas em condições padronizadas, podem ser consideradas caracteres adequados para seleção no melhoramento simultâneo para redução de rachaduras e os empenamentos da madeira serrada. A significativa correlação negativa obtida das rachaduras ou empenamentos com o quociente DS/HT (HT = altura total), chamado fator de estabilidade, possibilitam também o melhoramento desses caracteres por meio de seleção indireta, com a vantagem de ser um indicador não destrutivo.

Rodrigues (2007) verificou a eficiência do resistógrafo (determina a diferença entre zonas mais densas e mais macias da madeira pela penetração de uma broca) e do extensômetro (mede a deformação residual longitudinal) como métodos de avaliação não destrutivos

de árvores de clones de *Eucalyptus* de 10 anos implantados no espaçamento 10 m x 4 m para estimar os parâmetros fenotípicos, genéticos e ambientais e, os ganhos genéticos para a redução dos defeitos da madeira serrada, ou seja, encurvamento, arqueamento e rachadura de extremidade de tábua. Após a quantificação da amplitude (resistógrafo) e da deformação residual longitudinal (extensômetro), efetuou-se o desdobro das toras e a avaliação dos defeitos da madeira serrada (rachadura, arqueamento e encurvamento). Verificou-se alta herdabilidade para rachadura da tábua (84%) e média para o arqueamento (41%) e para encurvamento (62%). Notou-se que a amplitude com alta herdabilidade (83%) foi altamente correlacionada com o arqueamento e rachadura da tábua. Observou-se também que os ganhos indiretos nessas características (diminuição no arqueamento e rachadura da tábua) foram expressivos quando a seleção foi realizada na amplitude.

Santos (2002a) avaliou características tecnológicas de madeira para serraria em progênies de polinização aberta de *Eucalyptus grandis* de 8 anos. As toras no momento do desdobro passaram inicialmente por serra de fita dupla para retirar as costaneiras e, após, as tábuas foram obtidas por intermédio de cortes tangenciais simultâneos com serra múltipla circular. Foram detectadas diferenças estatísticas significativas para os caracteres densidade básica, rachaduras de tora, relação alborno/cerne, encurvamento, massa específica, compressão paralela e flexão estática, os quais mostraram ser promissores para o melhoramento, com herdabilidades entre médias de progênies de 0,34; 0,31; 0,39; 0,39; 0,61; 0,57 e 0,50, respectivamente.

As tensões de crescimento no eucalipto estão associadas a possíveis defeitos que a madeira poderá sofrer no decorrer de seu processamento (corte, desdobro e secagem). Os indicativos que normalmente são utilizados pelos pesquisadores são as rachaduras de topo de tora, de topo de tábuas, os empenamentos, a deformação residual longitudinal (DRL) e a contração volumétrica.

Pádua et al. (2004) avaliaram a magnitude das tensões de crescimento medidas pela deformação residual longitudinal (DRL) em clones de *Eucalyptus*, em três áreas de testes clonais (ATC) cultivados em três idades [49 meses (ATC3), 92 meses (ATC2) e 104 meses (ATC1)], implantados no Noroeste do Estado de Minas Gerais, num sistema agrossilvipastoril, em espaçamento 10 m x 4 m. As análises de variância indicaram variação significativa entre os clones nas três idades. A DRL média da população clonal foi de 0,074 mm; 0,083 mm e 0,069 mm, respectivamente para as áreas 3, 2 e 1. Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram altos para as três áreas testadas, indicando que a DRL está sob forte controle genético. Os ganhos diretos previstos com a seleção de clones superiores para a redução dos níveis de DRL foi de 38,6% (média das 3 idades).

Santos et al. (2010) estudaram uma população base de *E. camaldulensis* formada a partir de sementes de 25 árvores matrizes provenientes da Austrália, com os seguintes objetivos: estimar a variabilidade genética existente na população observada para determinados caracteres anatômicos e físicos da madeira, bem como, as correlações genéticas e fenotípicas entre esses caracteres, como forma de verificar a possibilidade de utilização da população em futuros programas de melhoramento genético. Estimou-se também possíveis ganhos obtidos mediante a seleção utilizando-se o índice de multiefeitos e baseada no tamanho efetivo populacional, visando indicar a melhor estratégia a se tomar como opção em um possível programa de melhoramento com a população estudada. Os resultados obtidos mediante a seleção pelo índice de multiefeitos para o parâmetro densidade básica sugerem que a melhor estratégia a ser adotada em um programa de melhoramento com a população estudada é a seleção dentro de progênies para  $\hat{a} > 0$  (efeito genético aditivo), que garante considerável ganho genético sem grande redução da diversidade genética.

## Caracteres Anatômicos

A madeira é constituída por um conjunto heterogêneo de diferentes tipos de células e tecidos, apresentando propriedades específicas

importantes no desempenho de funções vitais da planta relacionadas à condução de líquidos, à transformação, à sustentação, ao armazenamento e ao transporte de substâncias nutritivas. No que diz respeito ao emprego industrial que se pretenda destinar a madeira, os caracteres anatômicos servem para prever e compreender o seu comportamento no que diz respeito a sua utilização (BOTOSSO, 2009).

Os caracteres anatômicos influenciam diretamente na secagem da madeira. Para quantificar esse efeito, Monteiro (2014) estudou o efeito da anatomia no fluxo da água em madeira do clone VM04 de *Eucalyptus urophylla* e do clone MN463 de *Corymbia citriodora* durante a secagem. Uma conclusão geral para o efeito da anatomia da madeira no fluxo da água foi que o aumento das dimensões dos elementos de vasos, raios, fibras e pontoações raios-vasculares tendem a aumentar a movimentação da água enquanto o aumento da frequência dos poros e raios e das características inerentes à parede celular tendem a diminuir a movimentação da água.

Lemos et al. (2012) estudaram a variação das propriedades físicas (densidade básica e contração volumétrica) e dos caracteres anatômicos da madeira de *Corymbia citriodora* de 15 anos de idade e suas correlações. Foram consideradas as variações entre duas posições (cerne e alburno) e cinco diferentes alturas do tronco (da base ao topo). Observaram que a densidade básica apresentou pouca variação em função da posição (cerne ou alburno) e da altura, enquanto a contração volumétrica da madeira apresentou uma redução gradual no sentido base-topo. Verificaram também que, para o alburno, o comprimento das fibras apresentou uma redução gradual no sentido base-topo. Em relação às correlações, a posição (cerne ou alburno) apresentou correlações positivas com a densidade básica e o comprimento de fibra; a altura apresentou correlações negativas com a contração volumétrica e o comprimento de fibra; a largura de fibra apresentou correlações positivas com a espessura de parede e o diâmetro de lume, enquanto a densidade básica apresentou correlação negativa com a espessura de parede.

Wescley et al. (2010) realizaram a caracterização anatômica quantitativa da madeira de um clone de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. de 10 anos, e de dois clones de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, um de 6 anos e outro de 8 anos. Foram estudados: o comprimento, a largura, o diâmetro do lume e a espessura da parede das fibras e a frequência e o diâmetro dos vasos, para avaliar o efeito dos fatores clone, tora e distância medula-casca, bem como das interações clone x tora e clone x distância medula-casca. As amostras foram retiradas da prancha diametral, das duas primeiras toras da base de cada uma das 12 árvores (quatro por clone), tomadas de quatro posições equidistantes (0%, 33%, 66% e 100%), no sentido medula-casca. Observaram que as madeiras de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus urophylla* têm constituição anatômica qualitativa similar; as dimensões de fibras e vasos são variáveis, em magnitude, principalmente entre clones e no sentido medula-casca; as dimensões das fibras dos três clones foram mais variáveis do que as dimensões dos vasos; as dimensões das fibras e a frequência e o diâmetro dos vasos não apresentaram diferenças significativas entre as duas primeiras toras dos clones de *Eucalyptus* avaliados, com exceção do clone de *E. urophylla* de 6 anos para a frequência de vasos e do clone de *E. urophylla* de 8 anos para o comprimento das fibras.

Botrel et al. (2010) realizaram estudo para estimar parâmetros fenotípicos e genotípicos para as características de crescimento e propriedades químicas e anatômicas da madeira; estimar os ganhos genéticos e selecionar clones de *Eucalyptus*. Foram utilizados nove clones de *Eucalyptus* de 78 meses cultivados em Taiobeiras, Norte de Minas Gerais. Observaram que o efeito de clone foi significativo para as características de crescimento, as propriedades químicas da madeira, a largura das fibras e a espessura da parede celular. Os ganhos genéticos previstos para as características de crescimento do DAP, a altura total e o volume individual foram de 12,00%, 6,91% e 24,92%, respectivamente. Para as características químicas, os ganhos foram de 25,72%, 9,36% e 33,46% para teores de cinzas e de lignina e para a massa estimada de lignina na

madeira, respectivamente. Os ganhos previstos para largura das fibras e espessura da parede celular foram de 7,87% e 13,86%, respectivamente.

Poubel et al. (2011) estudaram a estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita*. Amostras não destrutivas (bagaetas de 20 mm de diâmetro) foram retiradas de árvores com 15 anos de idade e divididas em três posições: cerne, transição cerne/alburno e alburno. Observaram que a densidade básica mostrou estar mais relacionada às dimensões das fibras (comprimento, largura e espessura de parede) do que aos demais elementos anatômicos. A contração volumétrica tendeu a diminuir com o aumento da largura dos raios e com a redução do comprimento dos vasos, sendo pouco afetada pelos demais elementos anatômicos.

## Usinabilidade da Madeira

A usinagem da madeira corresponde ao seu comportamento frente a operações de processamento mecânico primário, secundário e terciário. Na produção de móveis de madeira as operações de usinagem são muito importantes e realizadas em inúmeras etapas de processamento e transformação da madeira em produtos acabados. De maneira a maximizar a obtenção de produtos de maior valor agregado para a indústria moveleira, essas operações devem ser continuamente monitoradas e avaliadas (SILVA et al., 2015).

Palermo et al. (2015) estudaram a usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* de 23 anos de idade em povoamento localizado em Barra do Pirai, RJ. De cada árvore retiraram-se três toras de 2,0 m de comprimento que foram desdobradas em tábuas e secas em estufa convencional até a umidade média final de 10%. Dessas, foram tiradas amostras de 125 mm x 25 mm x 50 mm para os testes. Observaram que as superfícies das amostras submetidas ao teste de desempenho, desengrosso, rasgo na furadeira horizontal, lixamento com lixa de granulometria 80 e 100 obtiveram notas 1 e 2 (excelente e bom), e

podem ser utilizadas na confecção de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA).

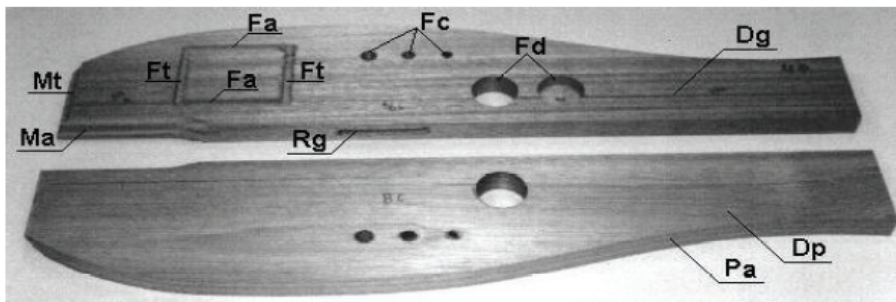
Souza et al. (2009) realizaram avaliação de madeira de *Eucalyptus camaldulensis* de 10 anos e *Eucalyptus urophylla* de 6 e 8 anos em sistema agrossilvipastoril em plantio localizado em Vazante, MG. Foram realizados os seguintes ensaios de usinagem: corte paralelo às fibras, corte transversal às fibras, fresagem, aplainamento, furação, furação para espiga, furação para cavilha e moldura. Os resultados mostraram-se satisfatórios, com destaque para o clone de *Eucalyptus urophylla* com 8 anos, principalmente nos ensaios de corte paralelo e furação para espiga, apresentando grande potencial de uso da espécie para produção de móveis.

Lopes et al. (2014) avaliaram a rugosidade superficial da madeira de *Eucalyptus* sp (*E. dunnii*, *E. grandis* e *E. urophylla* de 18 anos de idade) submetida ao fresamento periférico. Os resultados indicaram que a madeira do *E. urophylla* apresentou a melhor qualidade de superfície com os menores valores de coeficiente de variação; a madeira do *E. grandis* mostrou-se intermediária e a do *E. dunnii* apresentou o pior desempenho e o maior valor de coeficiente de variação. Observou-se, também, que o desempenho dos tratamentos para a madeira das espécies de *Eucalyptus* sp mostrou relação da redução da velocidade de avanço da usinagem com a rugosidade superficial; melhor na de 3 m a 4 m min<sup>-1</sup> e pior na de 22 m min<sup>-1</sup>. Constatou-se, também, que a qualidade da superfície da madeira usinada relacionou-se com a sua densidade e tipo de grã.

Silva et al. (2007) estudaram a usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* de 24 anos em diferentes regiões da medula à casca (Figura 14) cujo povoamento recebeu desbaste aos 7, 12 e 19 anos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a variação da usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, segundo a ASTM (1995), em diferentes regiões radiais de amostragem e comparar os resultados obtidos com madeiras de mogno e de imbuia. De maneira geral, o *Eucalyptus grandis*, comparativamente à imbuia e ao mogno, apresentou



resultados satisfatórios em termos de qualidade de superfícies usinadas, mas, em alguns casos, apresentou a pré-clivagem. Não foi observado padrão único de variação radial da qualidade da usinagem da madeira de *Eucalyptus grandis*, em todos os processos de usinagem. Concluíram que, para a avaliação da usinabilidade de madeira, devem-se utilizar as operações de moldura no topo, moldura axial “parada” e perfilagem axial sinuosa, com avaliação contra as fibras; para a perfilagem axial sinuosa e moldura axial “parada”, a região central apresentou-se com melhor qualidade de superfície usinada.



**Figura 14.** Corpo-de-prova dos ensaios de usinagem, em que Dp = desempenho; Dg = desengrosso; Ma = moldura axial “parada” ; Mt = moldura no topo; Pa = perfilagem axial sinuosa (com faca plana); Rg = rasgo (furadeira horizontal); Fa = fresamento axial; Ft = fresamento transversal; Fc = furação para cavilha; Fd = furação para dobradiça.

Fonte: Silva et al. (2007).

Dias Júnior et al. (2013) estudaram a caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. O objetivo do trabalho foi caracterizar as propriedades físicas, avaliar os resultados da usinagem e determinar parâmetros da rugosidade da madeira *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus pellita*, híbrido entre *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* de 20 anos de idade. Para avaliação da usinagem, foram confeccionados corpos-de-prova com dimensões de 50 cm x 12,5 cm x 2,3 cm e realizados ensaios de aplainamento, lixamento, furação para cavilha e dobradiça, rasgo e fendilhamento por pregos. Foram determinadas as propriedades físicas, densidade básica e aparente, a contração volumétrica e o fator de anisotropia. A análise da rugosidade foi feita nas superfícies aplainadas

por rugosímetro de agulha. A densidade média obtida foi similar a de espécies de eucalipto que já se encontram em utilização na fabricação de móveis. De forma geral, as amostras avaliadas apresentaram boa qualidade de acabamento, mostrando resultados satisfatórios em usos para a indústria moveleira.

Silva et al. (2016) estudaram a qualidade da superfície usinada em pisos de madeira de *Corymbia maculata*, *Corymbia citriodora*, *Eucalyptus dunnii*, *E urophylla* e *E. grandis*, todos com 37 anos de idade. Para o ensaio de usinagem, foram utilizados corpos de prova com dimensões de 800 mm x 100 mm x 25 mm, velocidades de avanço de 15 e 30 m min<sup>-1</sup> e velocidade de corte da ferramenta de 18 e 25 m s<sup>-1</sup>. Foram realizada a qualificação da superfície usinada por meio do avanço por dente; a análise visual e parâmetros de rugosidade, sendo realizada também a relação da densidade e desvio da grã com a rugosidade da madeira. A densidade aparente seguiu a seguinte ordem: *C. citriodora* > *E. urophylla* = *C. maculata* > *E. dunnii* > *E. grandis*. O maior desvio da grã foi em *E. grandis*, o qual diferiu estatisticamente das demais espécies. Entre as demais espécies não houve diferença estatística para o desvio da grã. Observou-se que os menores valores dos parâmetros de rugosidade foram obtidos nas madeiras com maior densidade e menor desvio da grã.

Leite (2014) realizou caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* de 24 anos cujos povoamentos passaram por 4 desbastes a cada 5 anos, em relação às propriedades organolépticas, físicas, anatômicas, mecânicas e qualidade de superfície com acabamento em filme. Esse autor observou que as três espécies estudadas tem alto potencial para aplicação no design em Produtos de maior valor agregado (PMVA).

## Painéis de Madeira

No processo de desdobro da madeira, são obtidos resíduos particulados, comumente chamados de serragem. Desse material é possível fazer

painéis denominados aglomerados, que são utilizados na confecção de móveis. Outra forma de se produzir painéis de madeira de eucalipto é a partir de “clear blocks”, peças de pequenas dimensões livres de defeitos, que são coladas umas as outras para se formar peças de maiores dimensões.

Iwakiri et al. (2000) utilizaram resíduos de serraria na produção de painéis de madeira aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus pilularis* e misturas dessas espécies. As partículas de madeira foram obtidas a partir de costaneiras provenientes de desdobro de toras em serraria. A quantidade de resina aplicada foi de 8% e 12%. Foram avaliadas as seguintes propriedades: absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, módulos de elasticidade e de ruptura em flexão estática e ligação interna. Os painéis demonstraram boa estabilidade dimensional e as propriedades de módulo de ruptura e ligação interna apresentaram valores médios bem acima do mínimo exigido pela norma CS 236-66. Com base nos resultados obtidos, pode-se recomendar a utilização dessas espécies de eucalipto para produção industrial de painéis de madeira aglomerada.

Carvalho e Andrade (2003) utilizaram matéria-prima de plantio do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* de 7 anos de idade implantados no espaçamento 3,5 m x 1,7 m na região de Mogi-Guaçu, SP. De cada árvore, foi retirada uma tora de 4 m cujos menores diâmetros da base foram 20 cm e no topo de 12 cm. O método do desdobro foi o de quadro cheio, em que, por meio de cortes simultâneos, a tora atravessa serras paralelas distantes 27 mm entre si. Após o desdobro das tábuas, fez-se o destopo dos defeitos para se obter “clear blocks”. Obteve-se rendimento médio de 30% na conversão das toras em painéis “clear blocks”.

Nessa mesma linha de trabalho, Amparado (2008) avaliou a qualidade da madeira serrada e dos painéis colados lateralmente obtidos de um plantio de *Eucalyptus saligna* de 20 anos de idade localizado em Seropédica, RJ, num espaçamento aproximado de 4 m x 4 m, em razão

de desbastes anteriores. Cada árvore forneceu uma tora com 2,30 m de comprimento para o estudo do processo em escala piloto de obtenção de madeira serrada e painéis colados lateralmente (PCLs). Os painéis colados lateralmente foram produzidos a partir de quatro tratamentos para comparação entre eles: (a) painel simples com emendas de topo; (b) painel simples com emendas tipo “finger-joint”; (c) painel com dupla camada de sarrafos com emendas de topo; e (d) painel com dupla camada de sarrafos com emendas tipo “finger-joint”. Observou-se que as emendas do tipo “finger-joint” utilizadas em parte dos tratamentos da produção dos painéis agregaram significativas melhorias na qualidade da colagem e nas variáveis de resistência avaliadas. Do total de 0,379 m<sup>3</sup> de madeira serrada bruta utilizada para a confecção dos PCLs, 52,77%, em média, efetivamente se transformou em painel. A porção não utilizada foi descartada nas operações de retirada de defeitos, aplainamento, destopo, descarte de partes com rachadura, nós soltos e etc.

## Qualidade da Madeira e Idade das Árvores

Hornburg et al. (2012) avaliaram a qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina, SC. As espécies utilizadas foram *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus resinifera* e *Eucalyptus pilularis*, todos com 17 anos; *Eucalyptus grandis* de 14 anos; e o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* de 8 anos, em que foram classificadas em três classes de diâmetro. A madeira serrada foi avaliada para determinar a qualidade da madeira serrada por meio da medida das flechas de arqueamento e encurvamento, rachaduras de topo, área coberta por nós vivos e nós mortos. As espécies menos usuais, *Corymbia torelliana*, *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus pilularis* e *Eucalyptus resinifera* apresentaram qualidade de toras igual àquela obtida nas toras de *Eucalyptus grandis*. A madeira serrada de *Corymbia torelliana* apresentou a mesma qualidade que a madeira serrada de *Eucalyptus grandis* quando avaliada para arqueamento e encurvamento.

Entretanto, foi ainda superior a esta última espécie na intensidade de rachaduras de topo. A intensidade da maioria dos defeitos diminuiu com o aumento do diâmetro das toras.

Silva (2002) realizou a caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira. O material utilizado foi proveniente de plantios comerciais, com idades de 10, 14, 20 e 25 anos, procedentes da Fazenda Monte Alegre, da KLABIN Fabricadora de Papel e Celulose S. A., localizada no Município de Telêmaco Borba, no Estado do Paraná. Para caracterização do material, realizaram-se ensaios para determinação das propriedades físicas (massa específica básica, massa específica aparente, retratibilidade linear e volumétrica e anisotropia); propriedades anatômicas; propriedades mecânicas (módulo de elasticidade e módulo de ruptura em flexão estática); composição química (teores de extrativos, lignina e holocelulose); resistência natural ao ataque de cupins de madeira seca e usinabilidade. Além da variação da idade, avaliou-se o comportamento da madeira para cada propriedade no sentido radial e, em algumas situações, ao longo do tronco. Os resultados demonstraram que a idade influenciou significativamente todas as propriedades. As alterações observadas no sentido radial para todos os ensaios foram mais significativas do que as alterações observadas entre as diferentes idades. Às alterações decorrentes da influência da variação da idade somam-se as influências das variações ambientais, "site" e base genética. Embora a madeira de 10 anos pudesse ser utilizada na indústria moveleira, observou-se um comportamento inadequado nessa atividade, em função de valores muito reduzidos nas suas propriedades ligadas à massa específica, resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência natural ao ataque de cupins e, principalmente, ensaios de usinagem. A madeira de 14 anos, embora apresentasse valores de algumas propriedades adequados para a indústria moveleira, de uma maneira geral, mostrou-se, ainda, incipiente para tal uso. As madeiras de 20 e 25 anos apresentaram um comportamento semelhante e mostraram-se aptas para a utilização na indústria moveleira.

A flexão estática serve para medir a resistência da madeira a pesos sobrepostos sobre ela, servindo de parâmetro para fins estruturais e móveis. Silva et al. (2005) estudaram a influência da idade (10, 14, 20 e 25 anos) e da posição radial na flexão estática da madeira de *Eucalyptus grandis*, provenientes de talhões comerciais. As amostras foram retiradas da prancha diametral de cada uma das 16 árvores (quatro para cada idade), tomadas de quatro posições equidistantes (0%, 33%, 66% e 100%), no sentido medula-casca, com oito repetições por posição. Verificou-se que os módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR) apresentaram valores médios de 129.230 kgf/cm<sup>2</sup> e 854 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente, e ambos se mostraram positivamente correlacionados com a idade e com a posição radial, no sentido medula-casca. Os maiores valores foram conseguidos nas madeiras de 20 anos de idade, localizadas na região mais próxima da casca, cujo o valor médio foi de 149.120 kgf/cm<sup>2</sup> para MOE e 979 kgf/cm<sup>2</sup> para MOR. A idade teve mais influência que a posição radial, no sentido medula-casca, nos valores do módulo de elasticidade, mas situação inversa foi observada no módulo de ruptura.

## Considerações Finais

Para madeira de serraria, vários trabalhos têm sido realizados, especialmente a partir da última metade dos anos 1990, em que *Eucalyptus grandis* tem merecido destaque apesar de existir outras espécies com potencial similar ou até superior. No nível empresarial, sabe-se que a madeira proveniente de clone(s) do híbrido entre *Eucalyptus urophylla* e *E. grandis* tem sido comercializada até para o exterior.

Para se obter material com boas características de trabalhabilidade e com poucos defeitos, como rachaduras de topo de tábuas, arqueamento, encurvamento e encanoamento, é necessário práticas de manejo, como: desrama e desbaste no tempo e intensidades corretas, anelamento ou inserção de sabre antes da derrubada da árvore,

anelamento após a derrubada da árvore, desdobro correto (normalmente é utilizado corte tangencial de quadro cheio ou de serras circulares múltiplas, após a retirada das costaneiras a 1/3 do raio da tora; contudo, alguns trabalhos indicam que o corte radial propicia madeira com qualidades mais estáveis, porém, para que haja uma boa produtividade, é aconselhado toras com maiores dimensões).

A vaporização é uma técnica que pode ser utilizada antes do desdobro, assim como na secagem, para diminuir tensões da madeira. Para eucalipto, de forma geral, a secagem deve ser lenta e com temperaturas iniciais abaixo de 40 °C em estufas convencionais. Outro fator de suma importância é o melhoramento genético nas espécies mais aptas para serraria, já que defeitos da madeira, como rachadura de tora ou tábuas e empenamentos, são herdáveis no gênero. O processo usual de melhoramento é realizar testes de procedências, progênies, cruzamentos entre melhores árvores com alto valor genético e de preferência não aparentadas e técnicas de propagação vegetativa para se obterem clones. Aprimoramento de técnicas de usinabilidade, secagem e manejo específico para cada espécie, também merecem consideração. Entretanto, a utilização de florestas plantadas para finalidade múltiplas, inclusive para serraria, faz diminuir a pressão da extração de árvores das florestas nativas brasileiras.

## Referências

ABIMCI. **Secagem de serrados e lâminas de madeira**. Artigo Técnico n. 27, nov. 2004. Disponível em: <<http://casadaduna.com/abaixar/secagem.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2016. Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente.

ABRAF. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012**. Brasília, DF: 2013. 148 p. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas.

AGUIAR, O. J. R. **Métodos para controle das rachaduras de topo para toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden visando a produção de lâminas para desenrolamento**. 1986. Dissertação - (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.

AMPARADO, K. F. **Qualidade da Madeira Serrada e dos Painéis Colados Lateralmente Obtidos de um Plantio de *Eucalyptus saligna* Smith Visando o Segmento Moveleiro.** 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) - Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ANJOS, R. A. M. **Estudo da qualidade da madeira serrada de três espécies de eucalipto.** 2013. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

BERTOLANI, F.; NICOLIELO, N.; CHAVES, R. Manejo de *Eucalyptus* spp para serraria: a experiência da Duratex S.A. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995. São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 31-40.

BOTOSSO, P. C. **Identificação macroscópica de madeiras : guia prático e noções básicas para o seu reconhecimento.** Colombo: Embrapa Florestas, 2009.64 p. 1 CD-ROM. - (Documentos / Embrapa Florestas, 194).

BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S. C. S.; SILVA, J. R. M. Seleção de clones de *Eucalyptus* para biomassa florestal e qualidade da madeira. **Scientia Forestalis.** Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 237-245, jun. 2010.

CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D. Efeito da vaporização de toras na redução dos defeitos associados a tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal,** Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 431-440, 2005.

CARVALHO, A. M.; ANDRADE, A. Painéis de madeira colada lateralmente confeccionados a partir de "clear blocks" de eucalipto. **Madeira: arquitetura e engenharia,** n.11, n. 4, julho a dezembro, 2003. 7 p. Disponível em: <<http://madeira.set.eesc.usp.br/article/viewFile/380/pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2016.

CARVALHO, D. E. **Melhoria no desdobro em uma serraria de eucalipto para madeira destinada a Construção.** 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CUNHA, A. B.; BRAND, M. A.; SIMÃO, R. L.; MARTINS, S. A.; ANJOS, R. A. M.; SURDI, P. G.; SCHMALSKI, M. B. Determinação do rendimento de matéria-prima de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cabbage por meio de diferentes métodos de desdobro. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v. 39, n. 4, p. 733-741, 2015a.

CUNHA, A. B.; FRANÇA, M. C.; ALMEIDA, C. C. F.; GORSKI, R. C. C.; SANTOS, D. Avaliação do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* e de *Eucalyptus grandis* por meio do desdobro tangencial e radial. **Floresta,** Curitiba, v. 45, n. 2, p. 241-250, abr. / jun. 2015b.



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 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

DIAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, P. V.; PACE, J. H. C.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**, Pelotas, v. 04, n. 01, p. 93-107, 2013.

EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; VALLE, M. L. A.; XAVIER, B. A. Caracterização anatômica quantitativa da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 273-284, jun. 2010.

FERNANDES, P. S.; FERREIRA, M. C.; STAPE, J. L. Manejo do eucalipto pelo "CCT METHOD" visando madeira para serraria. **Boletim Técnico do Instituto Florestal**, v. 40-A, parte 1, p. 223-236, 1986.

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

GARCIA, J. N.; CRÊSPO, E. A.; BAILLÈRES, H. Influence of log characteristics and machines performance on eucalyptus board end splitting and board deflections. In: INTERNATIONAL WOOD MACHINING SEMINAR, 15., Los Angeles, 2001. **Proceedings**. Berkeley: Wood Machining Institute, 2001. p.163-171.

HORNBURG, K. F.; ELEOTÉRIO, J. R.; BAGATTOLI, T. R.; NICOLETTI, A. L. Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 40, n. 96, p. 463-471, dez. 2012.

IBÁ (Indústria Brasileira de Árvores). Relatório Anual IBÁ 2016. Disponível em: <[http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA\\_RelatorioAnual2016\\_.pdf](http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2016_.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2016.

IWAKIRI, S.; CRUZ, C. R.; OLANDOSKI, D. P.; BRAND, M. A. Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus pilularis*. **Floresta e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 251-256, jan./dez. 2000.

JANKOWSKY, I. P.; SANTOS, G. R. V.; ANDRADE, A. Secagem da madeira serrada de eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, n. 199, p. 01-11, dezembro de 2003.

JUÍZO, C.G.; ROCH, M. P.; BILA, N. F. Avaliação do Rendimento em Madeira Serrada de Eucalipto para Dois Modelos de Desdobro numa Serraria Portátil. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 543-550, 2014.

KOZLOWSKI, T. T. **Growth and development of trees**. New York: Academic Press, v. 2, 1971. 514 p.

KUBLER, H. Growth stresses in trees and related wood properties. **Forest Products Abstracts**, Farnham Royal, v. 10, n. 3, p. 61-119, 1987.

LEITE, M. K. **Caracterização tecnológica da madeira de *Corymbia maculata*, *Eucalyptus cloeziana* e *E. resinifera* para a aplicação no design de Produtos de Maior Valor Agregado (PMVA)**. 2014. 135 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

LEMOES, A. L. F.; GARCIA, R. A.; LOPES, J. O.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Madeira de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson sob Aspectos Físicos e Anatômicos como fatores qualitativos. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 1-8, 2010.

LIMA, I. L. L.; GARCIA, J. N.; STAPE, J. L.; PIEDADE, S. M. S. Efeito do desbaste e da fertilização nas tensões de crescimento em *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 70, p. 171-183, abril 2006.

LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S. Avaliação da rugosidade superficial da madeira de *Eucalyptus* sp submetida ao fresamento periférico. **Cerne**, v. 20, n. 3, p. 471-476, 2014.

MARCHESAN, R.; LOIOLA, P. L.; TECCHIO, M. M.; JUÍZO, C. G. F.; ROCHA, M. P.; KLITZKE, R. J. Avaliação das técnicas de anelamento e inserção de sabre em árvores de *Eucalyptus grandis* visando maior qualidade da madeira serrada. **FLORESTA**, Curitiba, v. 45, n. 4, p. 695- 704 , out. / dez. 2015.

MONTAGNA, R. G.; PONCE, R. H.; FERNANDES, P. S.; RIBAS, C. Desdobro de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden visando a diminuir o efeito das tensões de crescimento. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 181-190, 1991.

MONTEIRO, T. C. **Efeito da anatomia no fluxo da água em madeira de *Eucalyptus* e *Corymbia***. 2014. 130 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PÁDUA, F.A. et al. Estimativas de parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 152-160, dez. 2004.

PALERMO, G. P. M.; LATORRACA, J. V. F.; CARVALHO, A. M.; GARCIA, R. A. Avaliação da superfície da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden tratada termicamente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 145-152, jan. /mar., 2015.

POLLI, H. Q; REIS, G. G.; REIS, M. G.; VITAL, B. R.; PEZZOPANE, J. E. M.; FONTAN, I. C. I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 557-566, 2006.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 50-8.

POUBEL, D. S., GARCIA, R. A., LATORRACA, J. V. F., CARVALHO, A. M. Estrutura anatômica e propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 117-126, 2011.

RAMOS, D. C. **Estrutura de copa, crescimento e valor econômico de um povoamento de eucalipto submetido a desrama e desbaste**. 2011. 66 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

REDMAN, A. L.; BAILLERES, H.; PERRÉ, P.; CARR, E.; TURNER, I. A relevant and robust vacuum-drying model applied to hardwoods. **Wood Science and Technology**, v. 51, 2017.

REDMAN, A. L.; BAILLERES, H.; TURNER, I.; PERRÉ, P. Characterisation of wood-water relationships and transverse anatomy and their relationship to drying degrade. **Wood Science and Technology**, v. 50, p. 739-757.

ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden Como Fontes de Matéria-Prima Para Serrarias**. 2000. 186 f. (Tese) - Doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de desdobro na qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **CERNE**, v. 8, n. 2, p. 070-083, 2002.

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. , Efeito de Modelo de Corte nas dimensões de Madeira Serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*, **Floresta e Ambiente**, n. 8, v. 1, p. 94-103, 2001.

ROCHA, M. P.; Trugilho, P. F. Qualidade de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* em função do método de desdobro e condição de umidade. **CERNE**, v. 12, n. 4, p. 314-321, 2006.

ROZAS , E. M.; TOMASELLI, I. Secagem de madeira serrada de *Eucalyptus viminalis*. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p.147-159, 1993.

RODRIGUES, E. A. C. **Estimação de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para a qualidade da madeira de *Eucalyptus* em árvores vivas**. 2007. 102 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, P. E. T. **Avaliação de características tecnológicas de madeira para serraria em progênies de polinização aberta de eucalipto e implicações para o melhoramento genético**. 2002a. 153 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SANTOS, G. R. V. **Otimização da secagem da madeira de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden]**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002b.

SANTOS, F. W.; MORAES, M. L. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; LIMA, I. L.; SILVA, J. M.; FREITAS, M. L. M.; SEBBENN, A. M. Variação genética para caracteres anatômicos e retração volumétrica e sua correlação com a densidade básica da madeira em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 86, p. 159-170, jun. 2010.

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

SEVERO, E. T. D. Qualidade da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 1, p. 109-124, 2000.

SEVERO, E. T. D.; TOMASELLI, I. Vaporização no alívio das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus dunnii* de duas procedências. **Scientia Agraria**, v. 1, n. 1-2, p. 29-32, 2000.

SILVA, A. **Aplicação da madeira na construção civil**. Disponível em: <<http://tecnico-em-edificacoes.blogspot.com.br/2012/12/madeira-na-construcao-civil.html>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

SILVA, F. A. V.; SILVA, J. R. M.; MOULIN, J. C.; NOBRE, J. R. C.; ANDRADE, A. C. A.; CASTRO, J. P. Qualidade da superfície usinada em pisos de madeira de *Corymbia* e *Eucalyptus*. **Floresta**, v. 46, n. 3, p. 397-403, jul. / set. 2016.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 160 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, visando uso na indústria moveleira. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 105, p. 117-125, mar. 2015.

SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição radial na flexão estática da Madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, v. 29, n. 5, p. 795-799, 2005.

SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F. Usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes regiões da medula à casca. **Cerne**, v. 13, n. 1, p. 25-31, jan./mar. 2007.

SOUZA, J. T.; TREVISAN, R.; DENARDI, L.; STANGERLIN, D. M.; VIVIAN, M. A.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. Qualidade da madeira serrada proveniente de árvores dominantes e médias de *Eucalyptus grandis* submetidas à secagem. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 167-174, jan./mar. 2012

SOUZA, M. O. A.; SILVA, J. C.; DELLA LUCIA, R. M.; EVANGELISTA, W. V. Avaliação da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake em ensaios de usinagem, visando à produção moveleira. **Revista Árvore**, v. 33, n. 4, p. 751-758, 2009.

YANG, L.; LIU, H. H.; CAI, Y.; HAYASHI, K.; WU, Z. Effect of drying conditions on the collapse-prone wood of *Eucalyptus urophylla*. **BioResources**, v. 9, n. 4, p. 7288-7298, 2014.

YUNIARTI, K.; OZARSKA, B.; BRODIE, G.; HARRIS, G.; WAUGH, G. Collapse development of *Eucalyptus saligna* under different drying temperatures. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 27, n. 4, p. 462-471, 2015.

# Eucalypt Wood for Sawmill

---

## Abstract

The genus *Eucalyptus* and its derivative *Corymbia* is the most planted in the national territory, with an area of 5.63 million hectares (IBÁ, 2016), mostly for the paper and pulp industry. In 2012, 7.344.315 m<sup>3</sup> of eucalypt timber log was used in the timber industry (ABRAF, 2013). The interest in its planting for sawing purposes stems from its rapid growth and resistance of its wood for structural purposes and, due to the difficulty in obtaining wood from native commercial species, especially from the Amazon region, with an environmental certificate and the high time to obtain commercial wood of these native species in commercial plantations and natural regeneration. There are already some forestry companies that exploit eucalyptus wood for sawing purposes, especially through clones. The most commonly used *Eucalyptus* and *Corymbia* species are *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis*, *Corymbia torrelliana*, *Corymbia maculata*, *Eucalyptus resinifera* and *Eucalyptus urophylla*, and some hybrids of these species, as well as *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

**Key words:** sawing, drying, genetics, pruning, anatomical characteristics, wood workability.

**Embrapa**

---

*Cerrados*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**

