

Tensões de crescimento, desdobro, secagem natural e desafios da industrialização da madeira de eucalipto

Autoria:

Luciana Ferreira da Silva

Doutora em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil

Rodolpho Stephan Santos Braga

Universidade Federal do Espírito Santo

Juarez Benigno Paes

Universidade Federal do Espírito Santo

Flávia Maria Silva Brito

Universidade Federal do Espírito Santo

Nédia Pereira Correia Mendes Correia

Universidade Federal do Espírito Santo

Glaucileide Ferreira

Universidade Federal do Espírito Santo

Resumo

O Brasil detém a segunda maior área florestal do mundo, com 12% da cobertura global. Grande porção dessa área é ocupada por plantações, em especial de eucalipto, como clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, sendo o Brasil um dos líderes na produtividade florestal. O plantio de eucalipto é valorizado pelo seu rápido crescimento, diversidade de espécies e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas. A hibridação tem sido usada para criar materiais genéticos que combinam características desejáveis, como rápido crescimento e resistência. No entanto, há desafios em relação a industrialização da madeira de eucalipto, como tensões de crescimento que causam defeitos durante o processo de desdobro e secagem. Desse modo, este trabalho tem por objetivo, abordar os desafios existentes na industrialização da madeira de *Eucalyptus*, como tensões de crescimento, desdobro e secagem. Rachaduras, empenamentos e outros defeitos são comuns, especialmente em árvores jovens. A secagem é imprescindível para melhorar a qualidade da madeira, mas é uma fase onerosa e demorada do processo de beneficiamento. Pesquisas estão em andamento para encontrar soluções para esses desafios e garantir a produção de madeira serrada de eucalipto de qualidade.

Palavras-chave: *Eucalyptus* spp. Propriedades tecnológicas. Desdobro de toras. Secagem da madeira.

Como citar este capítulo:

SILVA, Luciana Ferreira *et al.* Tensões de crescimento, desdobro, secagem natural e desafios da industrialização da madeira de eucalipto. In: ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Fundamentos e pesquisas em Ciências Ambientais e Agrárias**. Campina Grande: Licuri, 2024, p. 61-72. ISBN: 978-65-85562-27-0. DOI: 10.58203/Licuri.22705.

INTRODUÇÃO

O Brasil, segundo a Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ (2023), possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, com 12% da área global. A área cultivada em relação às florestas plantadas em 2021 totalizou 9,93 milhões de hectares, dos quais 7,53 milhões (75,8%) foram cultivados com eucalipto. O gênero *Eucalyptus*, pertence à família Myrtaceae, é originário da Austrália, exceto as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus deglupta*, que são oriundas das ilhas da Oceania. Mais de 670 espécies já foram identificadas e também existe grande número de variedades e híbridos, naturais ou não (BERTOLA, 2013).

Em escala mundial, o plantio de eucalipto se destaca e estima-se que 20 milhões de hectares estejam plantados e distribuídos em zonas tropicais, subtropicais e temperadas (REJMÁNEK; RICHARDSON, 2011). A implantação de florestas de *Eucalyptus*, tanto em pequena, quanto em larga escala, está relacionada a algumas características do gênero, principalmente; o rápido crescimento; diversidade de espécies; adaptação às diversas condições edafoclimáticas; facilidade de propagação (sexuada e assexuada) e uso múltiplo (STACKPOLE et al., 2011).

O setor brasileiro de florestas plantadas vem apresentando aumento de produtividade florestal, sendo resultante, além dos fatores ambientais favoráveis a silvicultura, da aplicação de novas tecnologias, como o melhoramento genético de sementes e clonagem de espécies florestais. Este aprimoramento tem levado o Brasil se destacar na produtividade florestal de espécies plantadas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2019; TORRES et al., 2016).

A hibridação é empregada como técnica de desenvolvimento de novos materiais genéticos, com intuito de gerar indivíduos com vantagens específicas (CARVALHO, 2010). Os materiais híbridos unem em uma mesma planta características desejáveis de espécies distintas, agregando em menos tempo, propriedades de interesse na matéria-prima, para atender aos mais diversos usos, como; celulose e papel, energia, produtos do processamento mecânico secundário e painéis reconstituídos de madeira (IBÁ, 2023).

Os híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* têm rápido crescimento, com ciclos de corte variando entre seis e sete anos de idade, porém para a produção de madeira serrada para fins de beneficiamento secundário, são necessários

materiais com quantidade significativa de lenho adulto (BASSA et al., 2007), o que pode ser obtido a partir de 12 anos de idade.

As boas características de crescimento, aliadas a um padrão de qualidade aceitável, levaram as espécies *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* (assim como os seus híbridos) a serem utilizadas como matéria-prima nas serrarias e demais indústrias madeireiras do Brasil. Segundo Barbosa (2013), a rusticidade, a resistência mecânica e a tolerância ao déficit hídrico do *Eucalyptus urophylla* conferem a espécie alto potencial para ser empregada em programas de hibridação com o *Eucalyptus grandis*, que possui boas características silviculturais, resultando em um material homogêneo e com qualidade apropriada para fins industriais.

O eucalipto é uma das espécies mais importantes na indústria madeireira brasileira (BATISTA et al., 2016), em virtude da facilidade de implantação em grandes maciços e versatilidade de aplicação de sua madeira (BATISTA et al., 2010). Isso é proporcionado por características como rápido crescimento, curta rotação, adaptação ecológica ao ambiente, madeira de qualidade e, direcionamentos de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam sua madeira como matéria-prima em processos industriais (PAIVA, 2011).

A utilização da madeira de eucalipto tem aumentado, principalmente quando é utilizado o conceito de floresta de múltiplo uso, que explora todo o potencial da madeira de eucalipto. Alguns usos tradicionais já estão consolidados, como lenha industrial, carvão vegetal e celulose. No entanto, muitos outros usos para a madeira, como postes, dormentes, construção civil, movelaria, componentes estruturais, que podem contribuir com um retorno econômico, precisam ser aprimorados e avaliados (SILVA, 2011). A avaliação da resistência natural da madeira é de fundamental importância no uso correto dos produtos provenientes desse material.

Desse modo, este trabalho é uma revisão bibliográfica, que tem por objetivo, abordar os desafios existentes na industrialização da madeira de *Eucalyptus*, como tensões de crescimento, desdobro e secagem.

TENSÕES DE CRESCIMENTO

A madeira, da maioria das espécies de *Eucalyptus*, tem limitações técnicas o que dificulta a substituição das espécies tropicais por parte da indústria madeireira. As

limitações mais importantes são representadas pelos empenamentos e rachaduras em toras e tábuas, as quais constituem os principais fatores de redução do rendimento industrial, em que ambas são causadas principalmente pelas tensões de crescimento (MALAN, 1995).

As tensões de crescimento (longitudinais e transversais) são características presentes nas árvores e estão relacionadas com o equilíbrio do tronco, suportando a copa, contra a ação de fatores como; vento e inclinação do terreno. Nas folhosas, dentre as quais se enquadram as espécies de *Eucalyptus*, elas são mais acentuadas do que nas coníferas, e a madeira desse gênero apresenta consideráveis níveis de tensões. Genericamente, as tensões de crescimento são consideradas esforços mecânicos, gerados durante o desenvolvimento da árvore, que têm por finalidade manter a estabilidade da copa, quando solicitada por agentes atmosféricos, topográficos e, ou, tratos silviculturais (SOUZA, 2006).

As tensões de crescimento longitudinais são esforços mecânicos que se devem a deposição da lignina durante a diferenciação celular, o que resulta no inchamento da parede celular. Assim, para regiões em que o ângulo das microfibrilas da camada S2 for menor do que 40°, ocorrerá um encurtamento das células, e quando for maior do que 40°, ocorrerá um alongamento (TRUGILHO, 2005).

As tensões de crescimento transversais têm origem semelhante às longitudinais, pois por estarem comprimidas; as células estruturais periféricas tendem a se expandir na direção do diâmetro, tensionando os tecidos mais antigos e com isso aumentando seus diâmetros e reduzindo suas dimensões. Além disso, a parte central do tronco fica submetida a um aumento progressivo de esforço de tração, por causa da força cumulativa de arraste exercida pelas novas camadas de células (WILKINS, 1986; KLUBER, 1987).

As tensões de crescimento estão em equilíbrio enquanto a árvore está em pé, atuando como forma de fornecer estabilidade à planta (WYK, 1978). Mas quando a mesma é cortada, ocorrem imediatamente deformações e rachaduras nos topos das toras, em função da modificação do estado de equilíbrio que vigorava durante o crescimento (FERRAND, 1983). Assim, a zona periférica da tora sob tração tende a diminuir, ao passo que a parte central sob compressão, tende a expandir, o que causa as rachaduras de topo nas toras (MALAN, 1979).

Há suspeita de que as causas das altas tensões de crescimento estejam relacionadas com fatores genéticos, idades, tamanho da tora, taxa de crescimento e inclinação do fuste (OPIE et al., 1984). As tensões de crescimento podem ser determinadas nas toras, após a derrubada, ou no tronco das árvores vivas. Vários métodos têm sido utilizados para se estimar o valor das mesmas, sendo uns considerados mais simples e práticos que outros. A maioria dos métodos utiliza o princípio da medição das alterações nos comprimentos de peças de madeira, após a liberação de suas junções a outros elementos vizinhos, dentro do tronco de uma árvore (LISBOA, 1993). Outros, similarmente, baseiam-se na medição de deformações ou deslocamentos provocados por perfurações diretamente em troncos ou toras. Estas deformações ou deslocamentos estão diretamente relacionados às tensões de crescimento, especialmente às longitudinais.

DEFEITOS DA SECAGEM NATURAL

Nos processos de beneficiamento, segundo Andrade (2000), a secagem é uma etapa de grande importância, pois proporciona vantagens, como a melhoria das características de trabalhabilidade, a utilização da madeira para diversas finalidades e a redução da movimentação dimensional e da possibilidade de ataque de fungos.

Optar por um método específico de secagem afeta a duração do processo, a qualidade do material seco e também a obtenção do teor de umidade da madeira desejado para uma finalidade específica. É viável diminuir tanto o tempo de secagem quanto a ocorrência de defeitos, desde que o processo seja conduzido corretamente (SUSIN et al., 2014).

A secagem ao ar livre consiste em empilhar a madeira em local ventilado, preferencialmente coberto, a fim de protegê-la da incidência dos raios solares e precipitações, fazendo-se o controle do teor de umidade em intervalos regulares até que atinja a umidade de equilíbrio do ambiente (SUSIN et al., 2014). Apesar de não necessitar de alto investimento inicial, há o inconveniente de demandar mais tempo quando comparada a outros métodos, além de apresentar um teor de umidade final que apresenta limitações para certos usos da madeira.

Os defeitos da madeira são considerados todas as anomalias da forma do tronco da árvore, da sua seção transversal, como também da estrutura e da cor da madeira que possam reduzir, restringir ou mesmo anular sua utilização (GROSSER, 1980). Dentre os

defeitos mais frequentes ocorridos durante a secagem provocados pelas tensões internas na madeira serrada de eucalipto encontram-se rachaduras de topo e ao longo da face da peça e os empenamentos (Figura 1). Tais defeitos dificultam e podem inviabilizar a utilização do eucalipto para madeira serrada (ROCHA; TOMASELLI, 2002).

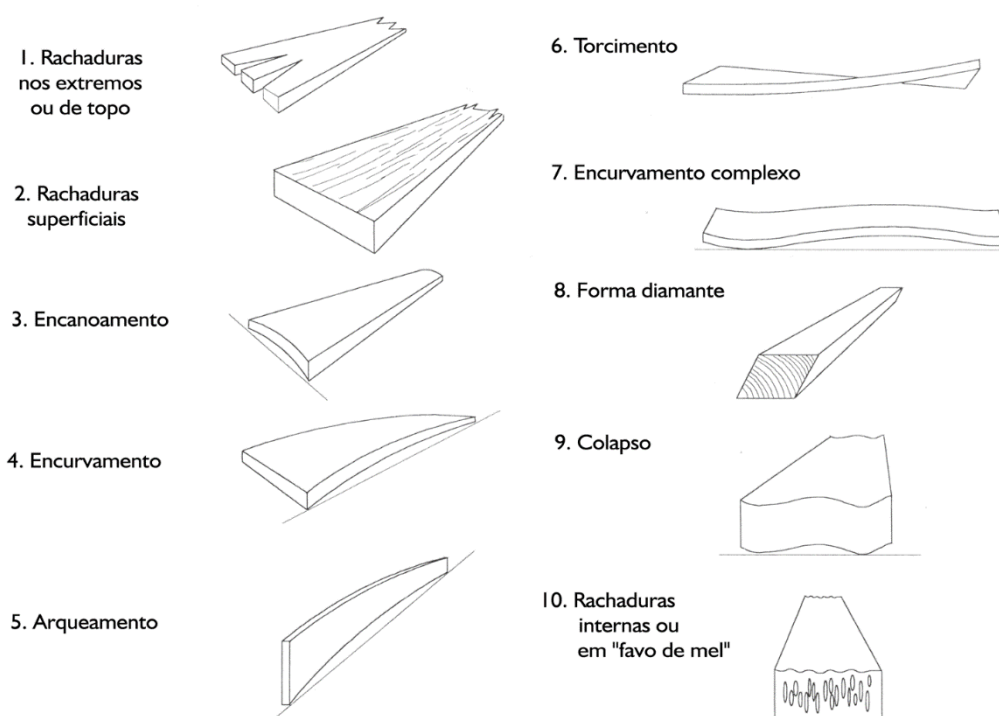


Figura 1. Principais defeitos ocorridos após a secagem natural.

Fonte: Marques e Martins (2002).

Empenamentos são todas aquelas distorções que ocorrem no comprimento da tábua. Ele pode ser causado por diferentes fatores, como; tensões internas da madeira, grã irregular e formação irregular das pilhas de madeira. As rachaduras ocorrem quando são formados gradientes de umidade acentuados em uma mesma tábua ou peça. Elas são mais frequentes em peças com maior espessura, uma vez que a tendência é secar mais a parte externa que a interna, ocasionando uma maior contração na superfície (MORESCHI, 2010).

DESAFIOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA MADEIRA DE *Eucalyptus*

A demanda de madeira serrada de qualidade, visando atender aos mercados nacional e internacional, tem crescido desde que a mesma passou a ocupar lugar de destaque dentre os diversos materiais consumidos na sociedade (ANDRADE, 2001). Por outro lado, com a pressão ambiental, aquelas advindas de reflorestamentos, principalmente as do gênero *Eucalyptus*, passaram a ganhar importância para diversos fins, como; construção civil, embalagens, pallets, calços e caixotaria em geral.

A redução da disponibilidade da madeira de florestas tropicais fez com que as espécies de *Eucalyptus* passassem a constituir uma alternativa no abastecimento das indústrias madeireiras. São os casos, por exemplo, da construção civil e da indústria moveleira (ASHLEY; OZARKA, 2000).

O gênero *Eucalyptus* tem diversos atributos, dentre eles, destaca-se a sua capacidade produtiva, a adaptabilidade a diversos ambientes e, sobretudo, a expressiva diversidade de espécies, o que possibilita atender a requisitos tecnológicos dos mais diversos segmentos da produção industrial madeireira (ASSIS, 1999). Por outro lado, a madeira desse gênero tem, de modo geral, defeitos intrínsecos, os quais comprometem decisivamente a sua utilização para usos considerados mais nobres. Assim, apesar dos atributos de caráter silvicultural serem vantajosos, os tecnológicos, quase sempre, têm limitações para utilização industrial.

Entretanto, a madeira proveniente de árvores jovens da maioria das espécies de *Eucalyptus* tem limitações técnicas que a madeira tropical não possui, como; grande proporção de madeira jovem, elevado índice de rachaduras de topo das toras, desvios de grã, instabilidade dimensional e tensões de crescimento significativas. Essas características resultam em baixo rendimento no desdobro e em baixa qualidade da madeira serrada, principalmente pela ocorrência de rachaduras e empenamentos (VERMAAS, 2000).

Essas características, associadas à baixa permeabilidade, caracterizam a madeira de *Eucalyptus* como de difícil secagem, por causa de sua estrutura anatômica desfavorável ao fluxo de líquidos. Nesse sentido, durante o processo de secagem surgem vários defeitos, como rachaduras, empenamento e colapso, o que, sem dúvida, afeta a qualidade e o rendimento em madeira serrada (ANJOS et al., 2011). As rachaduras, de modo particular, relacionadas com as tensões de crescimento, desvios de grã e instabilidade dimensional, resultam em perdas durante o processamento industrial da

madeira de *Eucalyptus*, (JANKOWSKY, 1995; LELLES; SILVA, 1997), sendo indicada para produtos menos exigentes, em termos de qualidade como as embalagens.

A obtenção de madeira serrada com qualidade, capaz de atender aos diversos usos é possível por meio da adoção de medidas conjuntas que se iniciam com a escolha do material genético, qualidade do sítio, tratamentos silviculturais e se estendem pelo processo de colheita, transporte, desdobro e, principalmente pela secagem da madeira (CAIXETA et al., 2002).

A realização adequada do processo de secagem da madeira serrada, antes da sua transformação em bens e produtos é, reconhecidamente, a fase mais importante de todo o beneficiamento que visa agregar valor ao produto final (ANJOS et al., 2011). Para a madeira de eucalipto, principalmente a proveniente de árvores jovens, em decorrência da predominante proporção de lenho juvenil existente, isto se torna um desafio, necessitando de pesquisas, a fim de investigar a melhor forma de obtenção de produtos para os fins a que se destinam, com o menor tempo e defeitos possíveis.

No entanto, isto não é uma atividade de fácil execução. Conforme Simpson (1991), cerca de 60 a 70% dos gastos em energia para a produção de madeira serrada ocorrem na fase de secagem. Além disso, essa é a fase que, de modo geral, requer maior tempo no beneficiamento, demandando alguns cuidados durante a preparação da carga de secagem, principalmente no empilhamento da madeira e na classificação do material.

A classificação do material por densidade e a padronização da espessura, largura e comprimento das peças obtidas, contribuem para melhorar a uniformidade da secagem. Práticas adequadas de empilhamento e localização de pátios e pilhas, como os descritos por Mendes et al. (1996), devem ser adotados para que a madeira tenha o mínimo possível de defeitos e perdas, durante o processo de secagem.

Pesquisas com diferentes materiais genéticos podem encontrar alternativas para amenizar os defeitos na produção de madeira serrada, tanto na formação como no desdobro e secagem do material. Tais alternativas podem ser utilizadas para minimizar problemas que, frequentemente ocorrem em árvores jovens de eucalipto, como defeitos de formação do tronco, presença de nó, veios de quino, conicidade, achatamentos e rachaduras (GALVÃO; JANKOWSKY, 1985).

Para atender ao mercado de madeira serrada de eucalipto com níveis aceitáveis de defeitos, muito ainda deve ser realizado. Segundo Caixeta et al. (2002), uma solução

para o problema seria a condução de novos empreendimentos florestais, pois as atuais florestas plantadas com espécies desse gênero, foram conduzidas para suprir as demandas dos setores de celulose e papel e a siderurgia a carvão vegetal.

CONCLUSÕES

Em suma, o cultivo de eucalipto no Brasil tem sido impulsionado por sua rápida taxa de crescimento, adaptabilidade a diferentes condições ambientais e versatilidade de uso industrial. No entanto, apesar das vantagens silviculturais, os desafios na fase de industrialização são notáveis, especialmente em relação as tensões de crescimento e aos defeitos da secagem natural. Essas tensões internas na madeira de eucalipto, juntamente com sua estrutura anatômica desfavorável ao fluxo de líquidos, resultam em defeitos como rachaduras e empenamentos durante o processo de secagem, afetando a qualidade e o rendimento final de madeira.

Afim de enfrentar esses desafios, são necessárias medidas integradas, desde a escolha do material genético até práticas adequadas de empilhamento e secagem, juntamente com pesquisas contínuas para desenvolver soluções que minimizem tais defeitos e satisfaçam as demandas do mercado por madeira serrada de alta qualidade.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ariel de; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes.; DUCATI, Marcos André. Grupamento de madeiras para secagem convencional. *Scientia Forestalis*, n. 59, p. 89-99, 2001.

ANDRADE, Ariel de. **Indicação de programas para a secagem convencional de madeiras**. 2000. 100f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2000.

ANJOS, Vinícius de Almeida dos; STANGERLIN, Diego Martins; SANDER, Adriane; BOTIN, Andréia Alves; TENUTTI, Jonatha; FILHO, Nilton Nunes dos Santos; BRAGA, Raquel. Caracterização do processo de secagem da madeira nas serrarias do município de Sinop, Mato Grosso. *Ciência da Madeira*, v. 2, n. 1, p. 53-63, 2011.

ASSIS, Teotônio Francisco de. Aspecto do melhoramento de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos de madeira. In: WORKSHOP: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. *Anais....* Viçosa: DEF, SIF, UFV, IEF, 1999. p. 61-72.

BARBOSA, Thiago Leite. **Qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* cultivados em cinco regiões do estado de Minas Gerais para produção de celulose**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2013.

BASSA, Ana Gabriela Monnerat Carvalho; JUNIOR, Francides Gomes da Silva; SACON, Vera Maria. Misturas de madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Pinus taeda* para produção de celulose Kraft através do processo LoSolids. **Scientia Forestalis**, v. 51, n. 75, p. 19-29, 2007.

BATISTA, Djeison Cesar; MUÑIZ, Graciela Inez Bolzón de; OLIVEIRA, José Tarcísio da Silva; PAES, Juarez Benigno; NISGOSKI, Silvana. Effect of the Brazilian thermal modification process on the chemical composition of *Eucalyptus grandis* juvenile wood - part 1: cell wall polymers and extractives contents. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, v.18, n.2, p.273-284, 2016.

BATISTA, Djeison Cesar; KLITZKE, Ricardo Jorge; SANTOS, Carlos Vinícius Taborna. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, v.20, n.4, p. 665-674, 2010.

BERTOLA, Alexandre. **Eucalipto - 100 anos de Brasil - “Falem mal, mas continuem falando de mim!”**. Curvelo: V&M Florestal Ltda., 2013, 91p.

CAIXETA, Ronaldo Pereira; TRUGILHO, Paulo Fernando; ROSADO, Sebastião Carlos da Silva; LIMA, José Tarcísio. Propriedades e classificação da madeira aplicadas à seleção de genótipos de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.43-51, 2002.

CALIL JUNIOR, Carlito; BARALDI, Lívio Túlio; STAMATO, Guilherme Corrêa; FERREIRA, Núbia dos Santos Saad. SET 406 - Estruturas de madeira (Notas de aulas). São Carlos: USP, EESC, DEE, LaMEM, 2000, 102p.

CARVALHO, Alexandre Monteiro; GONÇALVES, Maria da Penha Moreira; AMPARADO, Kelysson de Freitas; LATORRACA, João Vicente de Figueiredo; GARCIA, Rosilei Aparecida. Correlações da altura e diâmetro com as tensões de crescimento em árvores de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla*. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p. 323-331, 2010.

FERRAND, J. Ch. Growth stresses and silviculture of eucalypts. **Australian Forest Research**, v.13, v.1, p.75-81, 1983.

GALVÃO, Antônio Paulo Mendes; JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111p.

GROSSER, D. **Defeitos da madeira**. Curitiba: FUPEF, 1980. 63 p. (Série Técnica, 2).

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES - IBÁ. **Relatório IBÁ 2023**. Brasília: 91p. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

JANKOWSKY, Ivaldo Pontes. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPEF/IPT/IUFRO/LCF/ ESALQ/USP, 1995, p.109-118.

LELLES, Jose Gabriel; SILVA, Jose de Castro. Problemas e soluções sobre rachaduras de topo de madeiras de *Eucalyptus* spp. nas fases de desdobro e secagem. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 186, p.62-69, 1997.

LISBOA, Cleuber Delano José. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 1993. 298 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

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

MALAN, François S. The control of end splitting in sawlogs: a short literature review. **South African Forestry Journal**, 109, 14-79p, 1979.

MARQUES, Márcia Helena Bezerra; MARTINS, Varlone Alves. **Secagem da madeira**. Brasília: LPF, 2002. 47 p.

MENDES, Lourival Marin; SILVA, Jose Reinaldo Moreira da; LIMA, Jose Tarcísio; TRUGILHO, Paulo Fernando; REZENDE, E.C. Secagem da madeira ao ar livre e alguns pontos básicos para a compra de madeira serrada. **Boletim Agropecuário**, n.21, p.16-29, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - MMA/SFB. **Florestas do Brasil em resumo - 2019: dados de 2013-2018**. Brasília: MMA, 2019, 212p.

MORESCHI, João Carlos. **Propriedades da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, 2010. 175p.

OPIE, J. E.; CURTIN, R. A.; INCOLL, W. D. Stand management. In: HILLS, W. E.; BROWN, A. G. (Eds.). **Eucalypts for wood production**. Sydney: CSIRO/Academic Press, 1984. p. 179-197.

PAIVA, Haroldo Nogueira de; JACOVINE, Laércio Antônio Golçalves; TRINDADE, Celso; RIBEIRO, Genésio Tâmara. **Cultivo de eucalipto: implantação e manejo**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2011. p. 9-27.

REJMÁNEK, Marcel; RICHARDSON, David Mark. *Eucalypts*. In: **Encyclopedia of biological invasions**. Simberloff, D.; Rejmánek, M. (Eds.). Berkeley: University of California Press, 2011, p. 203-209.

SOUZA, Marcos Aurélio Mathias de. **Metodologias não destrutivas para avaliação das tensões de crescimento em *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 80f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

STACKPOLE, Desmond J; VAILLANCOURT, René e; ALVES, Ana; RODRIGUES, Jose; POTTS, Brad M. Genetic variation in the chemical components of *Eucalyptus globulus* wood. **G3: Genes, Genomes, Genetics**, v. 1, n.2, p. 151-159, 2011.

SILVA, José de Castro. **Eucalipto: manual prático do fazendeiro florestal produzindo madeira com qualidade**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 106p.

SIMPSON, William T. (Ed). **Dry kiln operator's manual**. Madison: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1991. 274p. (Agriculture Handbook, 188).

SUSIN, Felipe; SANTINI, Elio José; STANGERLIN, Diego Martins; MORAIS, Wesley Wilker Corrêa; Melo, Rafael Rodolfo. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *Hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2014.

TORRES, Pablo Marcel de Arruda; PAES, Juarez Benigno; NASCIMENTO, José Wallace Barbosa; BRITO, Flávia Maria Silva. Caracterização físico-mecânica da madeira jovem de *Eucalyptus camaldulensis* para aplicação na arquitetura rural. **Floresta e Ambiente**, v.23, n.1, p.109-117, 2016.

WYK, J. L. Van, Hardwood sawmilling can have a bright future in South Africa. **South African Forestry Journal**, n.109, p. 47-53, 1978.

VERMAAS, H. F. A review of drying technology for young fast-grown eucalypts. In: **THE FUTURE OF *Eucalyptus* FOR WOOD PRODUCTS**, 2000, Launceston. **Proceedings...** Launceston: IUFRO, 2000, p. 193-203.

WILKINS, A. P. Nature and origin of growth stress in trees. **Australian Forestry**, v.49, n.1, p. 56-62, 1986.