
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE COLAGEM EM COMPENSADOS DE *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus robusta*

SETSUO IWAKIRI

Dr., Prof. Titular, DETR-AG-UFPR

SANATIEL DE JESUS PEREIRA

Doutorando em Engenharia Florestal - UFPR

SILVANA NISGOSKI

Mestrando em Engenharia Florestal - UFPR

RESUMO

Nesta pesquisa, foi avaliada a qualidade de colagem de lâminas em compensados de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus robusta* com três diferentes formulações de adesivo uréia-formaldeído. Foram determinados os módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR) em flexão estática e resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento (RLC). As chapas produzidas com lâminas de *Eucalyptus cloeziana* apresentaram valores superiores de MOE e MOR em relação às chapas de *Eucalyptus robusta*. Os valores de RLC não apresentaram diferenças pronunciadas entre as duas espécies estudadas. As formulações de adesivo com maior proporção de resina aumentaram substancialmente os valores de MOR e RLC. Para o MOE essa diferença não foi tão pronunciada.

Palavras-chave: lâminas, compensado, adesivo uréia-formaldeído.

ABSTRACT

VENEER BONDING QUALITY VALUATION IN PLYWOOD

In this research were evaluated the veneer bonding quality in plywood of *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus robusta* manufactured with three different formulations of the urea-formaldehyde resin. Were tested the properties of modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR) and glue line shear strength (FLC). The board produced with veneer of the *Eucalyptus cloeziana* showed higher value of the MOE and MOR in comparison of the board of *Eucalyptus robusta*. The glue line shear strength were similar between the species studied. The boards manufactured with higher ratio of resin improves significantly the values of the MOR and FLC. On the other hand, for the MOE were not found difference attributed to this variable.

Key Words: Board, Plywood, Urea-formaldehyde resin.

INTRODUÇÃO

As indústrias de madeira compensada no Brasil, tem-se utilizado tradicionalmente de espécies provenientes da floresta amazônica, tendo em vista, os fatores como o diâmetro, forma do fuste, a disponibilidade e custo da madeira, considerados fundamentais na qualidade e produtividade em laminação.

Este quadro tem se alterado a partir da década de 80, devido à diminuição da disponibilidade de espécies mais adequadas à laminação e aumento da distância à área de exploração florestal, aliada à pressão ambiental sobre a extração de madeiras nativas. Desta forma, a alternativa passa a ser a utilização de espécies de rápido crescimento, provenientes de reflorestamentos, tais como as do gênero *Eucalyptus* e *Pinus*.

As grandes áreas de reflorestamentos de eucalipto foram implantadas com a finalidade de suprir as demandas de indústrias siderúrgicas e posteriormente utilizadas para produção de cavacos destinados às indústrias de papel e de painéis de madeira.

Atualmente, as pesquisas tem sido direcionadas para ampliar os conhecimentos acerca de técnicas para minimização de fendas de topo, causadas pela liberação de tensões internas de crescimento, no sentido de melhorar o aproveitamento da madeira de eucaliptos. Por outro lado, inúmeras espécies de eucalipto tem sido estudadas quanto ao comportamento em processamento e qualidade de colagem de lâminas para compensados.

As técnicas de liberação de tensões de crescimento são apresentados por vários pesquisadores. NICHOLSON (1973) e VAN WIK (1978), recomendam técnicas de anelamento do tronco a uma distância de 1/3 do raio para a redistribuição das tensões e conseqüente minimização de fendas de topo. A utilização do método de cintamento com

peças metálicas, a fixação de prendedores em forma de S e C e aplicação de produtos químicos impermeabilizantes nos topos das toras, são outros métodos mencionados por MALAN (1984) e BERNACLE & GOTTSTEIN (1968).

Na colagem de lâminas de madeira para produção de compensados, diversos fatores devem ser considerados, tais como, as características inerentes à madeira, ao adesivo e procedimentos empregados na colagem. Ao se tratar de espécies ainda desconhecidas para esta finalidade, o primeiro procedimento seria o de avaliar o seu comportamento na colagem.

A densidade e a porosidade da madeira têm influência na formação da linha de cola e ligação entre as lâminas que constituem a chapa. Os aspectos químicos estão relacionados com o baixo pH e alto teor de extrativos presentes na madeira e que podem prejudicar a cura da resina. A formulação do adesivo com diferentes proporções de resina, extensor, água e catalisador deve ser otimizada em função do nível de qualidade exigida para as diversas aplicações (MARRA, 1992). A pressão, tempo e temperatura na prensagem, tem como objetivo assegurar o contato superficial adequado entre as lâminas e promover a cura da resina para a formação da linha de cola e conseqüente transferência de tensões entre as lâminas durante a sua utilização (BALDWIN, 1981; SELLERS, 1985).

Pesquisas tem sido conduzidas no sentido de avaliar o comportamento das espécies de eucalipto para produção de painéis compensados. Dentre as principais espécies estudadas estão o *Eucalyptus saligna*, *grandis*, *viminalis*, *tereticornis*, *dunnii*, *citriodora*, *scabra* e *ciliata*. Os resultados obtidos por KEINERT JUNIOR (1994) e PIO (1996), em testes de resistência da linha de cola de compensados de *Eucalyptus robusta* e *Eucalyptus scabra*, variaram na faixa de 20,2 a 26,5 kg/cm². Os valores médios de MOE e

MOR obtidos por KEINERT JUNIOR (1994), para compensados de *Eucalyptus robusta* e *Eucalyptus grandis* variaram na faixa de 8.602,60 a 15.699,40 kg/cm² (MOE) e de 522,2 a 656,2 kg/cm² (MOR).

OBJETIVOS

A presente pesquisa foi desenvolvida com os seguintes objetivos:

Produção a nível de laboratório de chapas de madeira compensada a partir de lâminas de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus robusta* com resina uréia-formaldeído em três diferentes formulações;

Avaliar as propriedades mecânicas de flexão estática e resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram lâminas de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus robusta*, de árvores coletadas em plantios experimentais do Instituto Florestal de São Paulo.

A resina utilizada na colagem de lâminas foi do tipo uréia-formaldeído, com catalisador a base de cloreto de amônia e como extensor a

farinha de trigo.

Para a produção de compensados foram utilizadas lâminas com espessura média de 1.8mm, com teor de umidade médio de 10-12%. As chapas foram compostas de 5 lâminas com dimensões de 40 x 40cm e coladas com gramatura de 320g/cm² (superfície dupla). As variáveis do ciclo de prensagem foram estabelecidas da seguinte forma: temperatura (100°C), pressão específica (12kg/cm²) e tempo de prensagem (9 minutos).

As variáveis de estudo foram duas espécies e três formulações, como demonstrado no delineamento experimental (tabela 1).

Foram produzidas 4 chapas por tratamento, perfazendo 24 chapas para o total de 6 tratamentos

Após a prensagem e acondicionamento das chapas, foram retirados de cada chapa 2 corpos de prova para ensaios de flexão estática e 5 corpos de prova para ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento. Foram determinados os módulos de elasticidade e de ruptura no sentido paralelo às fibras e resistência da linha de cola no teste seco. A metodologia de ensaios foi baseado na norma ASTM D-178 (1982). O método estatístico empregado foi a análise de variância e teste de Tukey a nível de probabilidade de 95%.

Tabela 1. Delineamento experimental

Espécie	<i>Eucalyptus cloeziana</i>			<i>Eucalyptus robusta</i>		
	A	B	C	A	B	C
Composição\ Resina						
Resina	100	100	100	100	100	100
Extensor	25	75	125	25	75	125
Água	20	80	140	20	80	140
Catalisador	7	7	7	7	7	7
Tratamento	T1	T2	T3	T4	T5	T6

Tabela 2. Valores médios das propriedades mecânicas de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus robusta*

Propriedades	Tratamentos					
	<i>Eucalyptus cloeziana</i>			<i>Eucalyptus robusta</i>		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Módulo de Elasticidade (MOE) (kg/cm ²)	11.818,33	10.482,57	10.674,64	8.666,51	8.505,10	8.679,51
Módulo de Ruptura (MOR) (kg/cm ²)	1.025,45	890,28	832,13	822,26	763,51	682,25
Tensão na Linha de Cola - seco (LCs) (kg/cm ²)	26,00	24,99	20,32	27,91	24,51	18,08

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) em flexão estática e resistência da linha de cola (RLC) aos esforços de cisalhamento em teste seco estão apresentados na tabela 2.

• Módulo de elasticidade (MOE)

Os valores médios de MOE variaram de 10.482,57 a 11.818,33 kg/cm² para *Eucalyptus cloeziana* e de 8.505,10 a 8.679,51 kg/cm² para *Eucalyptus robusta*. Portanto, as chapas produzidas com lâminas de *Eucalyptus cloeziana* apresentaram maiores valores de MOE que as de *Eucalyptus robusta*.

De acordo com a análise estatística, para as chapas de *Eucalyptus cloeziana* verificou-se os seguintes comportamentos entre os tratamentos: (T1 > T3 > T2). As chapas produzidas com maior proporção de resina (T1), apresentou maior valor médio de MOE. Entre as chapas dos tratamentos T2 e T3, foi observada uma relação inversa no que se refere

a influência da proporção de resina na formulação do adesivo.

Para chapas de *Eucalyptus robusta*, não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores médios de MOE, ou seja, as diferentes proporções de resina na formulação do adesivo não influenciaram os valores desta propriedade.

Os valores médios de MOR variaram de 832,13 a 1.025,45 kg/cm² para *Eucalyptus cloeziana* e de 682,25 a 822,26 kg/cm² para *Eucalyptus robusta*. Portanto, as chapas produzidas com lâminas de *Eucalyptus cloeziana* apresentaram maior resistência que as de *Eucalyptus robusta*.

De acordo com a tabela 1 e figura 2, pode-se observar uma tendência nítida da influência da maior proporção de resina nos valores médios de MOR, tanto para o *Eucalyptus cloeziana* como para o *Eucalyptus robusta* (T1 > T2 > T3 e T4 > T5 > T6), resultados estes, comprovados através da análise estatística.

valores médios não diferiram substancialmente entre as chapas produzidas com lâminas das duas espécies.

Para as duas espécies, a utilização de maior

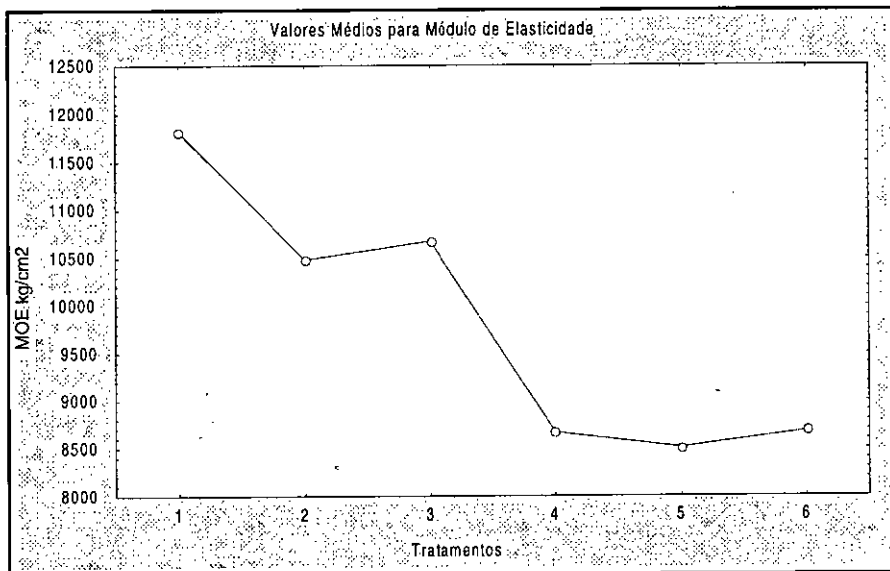


Figura 1. Gráfico ilustrativo da variação de módulo de elasticidade entre os tratamentos

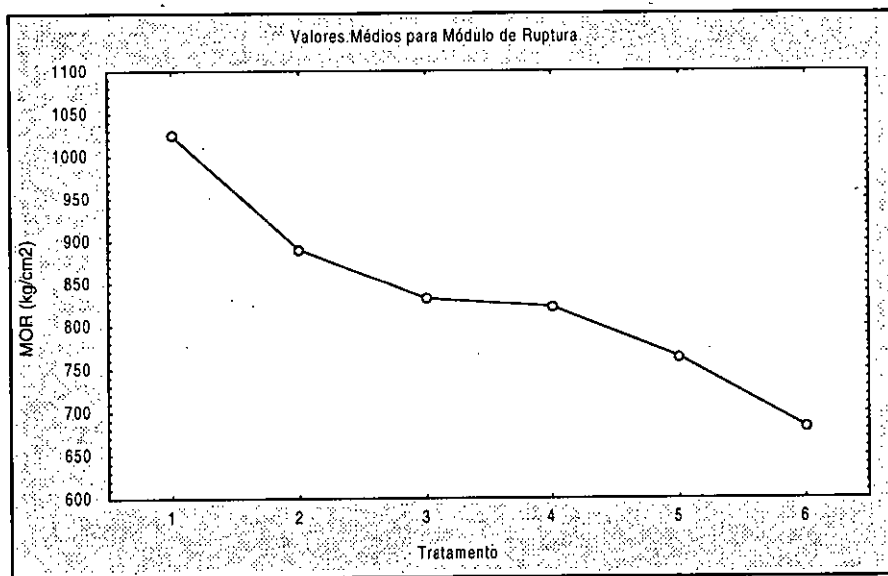


Figura 2. Gráfico ilustrativo da variação de módulo de ruptura entre os tratamentos

proporção de resina na composição do adesivo melhoram os valores de RLC, conforme pode ser comprovado pela análise estatística.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

A formulação do adesivo com maior proporção de resina e menor grau de extensão, contribuíram para aumentar os valores médios de módulo de ruptura e resistência da linha de cola e não influenciaram nos valores médios de módulo de elasticidade das chapas. Portanto, apenas as tensões máximas de carga (MOR) e (RLC) foram influenciadas pela maior proporção de resina na formulação;

As chapas produzidas com lâminas de *Eucalyptus cloeziana* apresentaram maiores valores médios de MOE e MOR em relação às chapas de *Eucalyptus robusta*;

Os valores médios de resistência da linha de cola foram aproximadamente iguais entre as duas espécies estudadas;

Os valores médios das propriedades avaliadas nesta pesquisa estão compatíveis com os valores apresentados na literatura.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle materials*. In: Annual Book of ASTM Standards, ASTM D 178. Philadelphia. 1982.
- BALDWIN, R.F. *Plywood Manufacturing Practices*. San Francisco: Miller Freeman. 326p. 1981.
- BARNACLE, J.E.; GOTTSTEIN, J.W. Control of end splitting in round timber. A promising new method. *For. Prod. Tech. Notes*. Melbourne, v.3, p.294-309, 1950.
- KEINERT JUNIOR, S. *Laminação, produção e testes de compensados a partir de Eucalyptus spp.* Relatório de Pesquisa apresentado ao CNPq. Curitiba. 93p. 1994.
- MARRA, A A *Technology of wood bonding - Principles in practice*. New York: Van Nostrand Reinhold. 1992. 453p.
- MALAN, F.S. *Studies on the phenolic variation in growth stress intensity and its association with tree and wood properties of south African grow Eucalyptus grandis (Hill ex-Maiden)*. PhD Thesis. University of Stellenbosch. 1984.
- NICHOLSON, J.E. *Effect of storage on growth stress in mountain ash logs trees*. Australian Forestry Victoria. 1973.
- PIO, N.S. *Avaliação da madeira de Eucalyptus scabra (Dum-Cours) e Eucalyptus robusta (Smith) na produção de painéis compensados*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. 101p. 1986.
- VAN WYK, J.L. Hardwood sawmilling can gave a bright future in South Africa. *South African Forestry Journal*. Pretoria, 1978.
- SELLERS JUNIOR, T. *Plywood and adhesive technolu*. New York: Marcel Dekker, Inc. 661p. 1985.