



IPEF: FILOSOFIA DE TRABALHO DE UMA ELITE DE EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

ISSN 0100-3453

CIRCULAR TÉCNICA Nº 124

Dezembro/1980

PBP/3.4.2.

VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA DO COMPENSADO DE *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, EM FUNÇÃO DA QUANTIDADE DE EXTENSOR E DO TEMPO DE MONTAGEM*

Ivaldo P. Jankowsky**

1. INTRODUÇÃO

O processo de manufatura do compensado é o único através do qual a matéria-prima altamente variável é transformada em um produto mais versátil que a árvore original. Como um produto único, o seu processamento é simples. A dificuldade está em se obter um painel de qualidade, isto é, de resolver problemas tecnológicos em diversas fases do processamento, de modo que o produto final atenda às exigências do mercado (BALDWIN, 1975).

A qualidade do painel compensado relaciona-se com a qualidade das lâminas utilizadas e com as variáveis envolvidas no processamento, principalmente a espécie de madeira, o adesivo (tipo, qualidade e formulação), e tempo de montagem da chapa.

O adesivo deve ser espalhado na superfície da lâmina, de modo a formar uma camada uniforme. O tipo e a formulação do adesivo utilizado irão determinar a resistência do compensado à umidade e aos esforços mecânicos. Nos adesivos à base de uréia formaldeído, é uma exigência técnica e econômica a utilização de extensores (geralmente farinha de trigo).

O uso do extensor deve se restringir a casos onde o painel não precise ser muito resistente à umidade (SELBO, 1975), pois sua principal desvantagem é diminuir a resistência da linha de cola em condições úmidas (ARCHER, 1971).

* Trabalho extraído do Boletim Informativo PPT 1(9): 43-67. Dezembro 1980

** Professor Assistente do Departamento de Silvicultura – ESALQ/USP

O tempo de montagem, isto é, o período de tempo decorrido entre a aplicação do adesivo e o momento em que a prensa é fechada, também afeta a qualidade do painel. O tempo de montagem ou assemblagem deve ser tal que permita a transferência do adesivo da lâmina com cola para a lâmina sem cola, a penetração do adesivo nas células superficiais das lâminas e o umidecimento dessas lâminas. Se o tempo de montagem for menor que o ideal, não haverá a penetração do adesivo, resultando uma linha de cola faminta. Se for maior, ocorrerá uma polimerização parcial do adesivo antes da prensagem. Em ambos os casos a qualidade do painel será prejudicada.

Uma vez que a qualidade das lâminas é o objetivo de um estudo específico, este trabalho teve por escopo obter informações preliminares sobre o efeito de variações da quantidade de extensor e do tempo de montagem na resistência à flexão estática de compensados manufacturados com adesivo à base de uréia formaldeído, de modo a melhor direcionar as futuras pesquisas.

2. MATERIAL E MÉDODOS

Foram manufacturados 6 painéis de 1,0 m x 1,0 m e 9,0 mm de espessura, utilizando-se 3 lâminas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (com 3,0 mm de espessura) por painel. As lâminas foram obtidas no torno desenrolador Thoms e benato, modelo LHT-14, com a seguinte regulagem:

Ângulo de afiação da faca = 20° 00'
 Ângulo de faca = 90° 30' a 89° 30'
 Ângulo de compressão da contra-faca = 15° 00'
 Abertura horizontal = 2,9 mm
 Abertura vertical = 0,70 mm

O efeito da quantidade de extensor foi avaliado utilizando-se 3 diferentes formulações do adesivo (Tabela 1), em que a extensão foi de 50%, 100% e 150% em relação ao peso da resina. Foram aplicados 350 g de adesivo por m² de linha dupla, com 15 minutos de montagem.

Para avaliar o efeito do tempo de montagem, utilizou-se a formulação B da Tabela 1, aplicando-se a mesma quantidade do adesivo e com tempos de montagem de 5,30 e 45 minutos.

TABELA 1 – Formulações do adesivo à base de uréia formaldeído utilizadas no experimento

Ingredientes	Fórmulas (partes por peso)		
	A	B	C
Cascamite PL – 117	100	100	100
Farinha de trigo (Albex – 1)	50	100	150
Albumina de sangue (Albex – 5)	5	10	15
Catalizadores (H27L e M8)	8	8	8
Água	50	10	175

No momento da operação de colagem, as lâminas apresentaram teores de umidade entre 10,0% e 11,0%, teores esses que estão de acordo com as recomendações fornecidas pelo fabricante da resina.

A operação de prensagem foi efetuada com 3 painéis por abertura, sob 7 kg/cm² de pressão específica e 95°C de temperatura, durante 40 minutos. Após a prensagem, as chapas permaneceram 6 dias em climatização ao ambiente, sendo então retirados os corpos de prova para o teste de flexão estática, adotando-se a norma ASTM D-3043. Cada painel forneceu 8 amostras, sendo 4 para o teste no sentido perpendicular.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores do limite de resistência à flexão extática para os diversos tratamentos. As Figuras 1 e 2 permitem visualizar a variação da resistência em função das diferentes porcentagens de extensor e dos tempos de montagem, respectivamente. Na Tabela 4 é feita uma comparação com resultados obtidos para outras espécies.

TABELA 2 – Valores da resistência máxima à flexão estática em função das diferentes formulações do adesivo.

Sentido	Formulação	Tempo de montagem	Resistência Máxima (kg/cm ²)				Média
			Corpos de prova				
			I	II	III	IV	
Paralelo	A	15 min	954,3	788,0	713,5	788,6	811,1
	B	15 min	780,6	671,9	701,6	807,1	740,3
	C	15 min	693,4	665,7	702,4	703,9	691,4
Perpendicular	A	15 min	132,8	137,5	173,0	124,9	142,1
	B	15 min	136,2	169,4	195,6	187,9	172,3
	C	15 min	183,8	141,2	177,0	164,5	166,6

TABELA 3 – Valores da resistência máxima à flexão estática em função dos diferentes tempos de montagem.

Sentido	Formulação	Tempo de montagem	Resistência Máxima (kg/cm ²)				Média
			Corpos de prova				
			I	II	III	IV	
Paralelo	B	5 min	763,3	537,1	917,2	644,6	715,6
	B	15 min	780,6	671,9	701,6	807,1	740,3
	B	30 min	800,4	680,9	972,4	917,6	842,8
	B	45 min	530,5	486,8	744,3	615,8	594,4
Perpendicular	B	5 min	114,3	133,7	186,2	111,3	136,4
	B	15 min	136,2	169,4	195,6	187,9	172,3
	B	30 min	114,9	191,9	113,0	227,5	161,8
	B	45 min	96,5	105,3	160,8	141,6	126,1

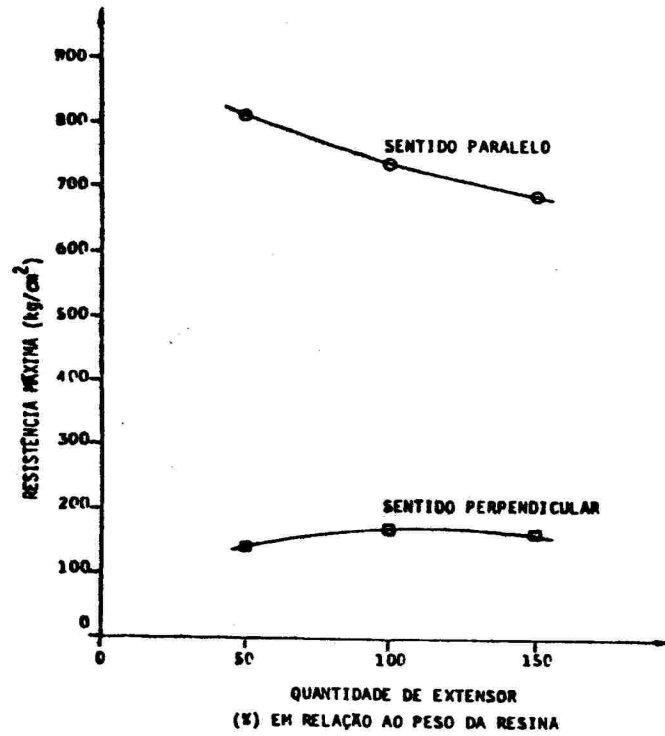


FIGURA 1 – Variação da resistência máxima à flexão estática em função da quantidade de extensor utilizado.

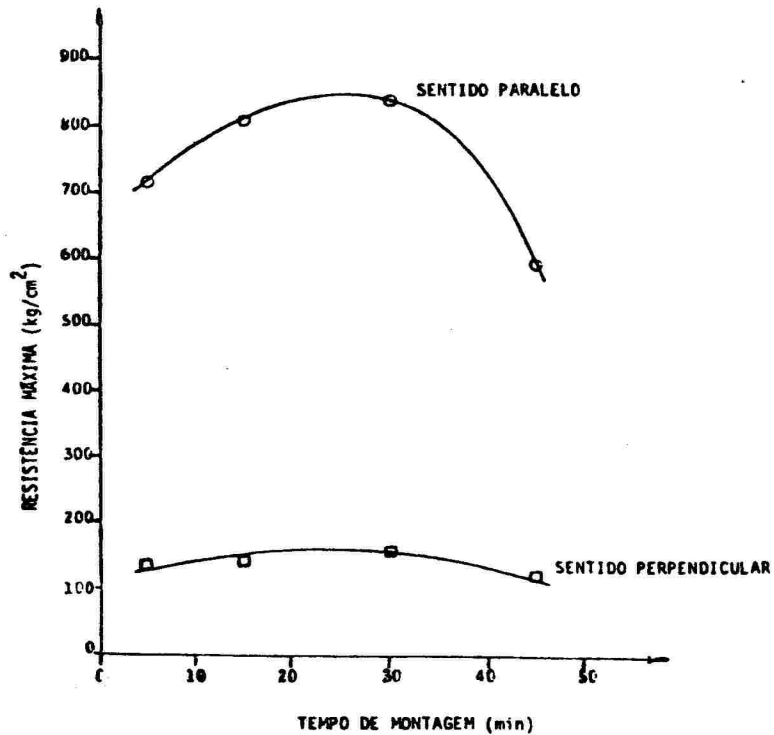


FIGURA 2 – Variação da resistência máxima à flexão estática em função do tempo decorrido na montagem.

TABELA 4 – Comparação entre compensados manufaturados com diferentes espécies, em função da resistência máxima à flexão estática.

Espécie	Resistência Máxima (kg/cm ²)	
	No sentido paralelo	No sentido perpendicular
<i>Pinus elliottii</i> (1)	700,0	564,0
<i>Araucária angustifolia</i> (2)	551,0	497,0
<i>Schizolobium parahybum</i> (3)	467,0	-
<i>Pinus strobus chiapensis</i> (4)	400,0	-
<i>Pinus caribaea hondurensis</i>	732,6	150,9

- (1) Compensado com 8 mm de espessura composto de 5 lâminas (FREITAS & HAYASHIDA, 1972).
- (2) Compensado com 12 mm de espessura composto de 5 lâminas (FREITAS & HAYASHIDA, 1972).
- (3) Compensado com 9 mm de espessura composto de 3 lâminas (RICHTER, TOMASELLI & MORESCHI, 1975).
- (4) Compensado com 15 mm de espessura composto de 5 lâminas (JANKOWSKY, 1978).

Observando a Tabela 2 e a Figura 1, nota-se que a resistência à flexão no sentido paralelo diminui à medida que aumenta a porcentagem do extensor, sendo que no sentido perpendicular a formulação com 100% de extensão mostrou ser a mais resistente. Nota-se também que a diferença entre os três tratamentos não é grande em seus valores absolutos. Fato semelhante foi observado por ARCHER (1971), em que a resistência ao cisalhamento do compensado de *Araucária angustifolia* não sofreu influência da porcentagem de extensor, quando o teste era realizado em condições secas. O referido autor demonstrou que o efeito negativo da extensão acentuava-se quando o painel era testado em condições úmidas.

Estes resultados permitem concluir que o aumento na porcentagem de extensor provoca uma diminuição na qualidade da linha de cola, que pode ser verificada através da resistência do painel à flexão estática, principalmente no sentido paralelo.

Com relação ao efeito de tempo de montagem, pode-se verificar na Tabela 3 e na Figura 2 que a resistência aumenta, em relação direta, até o tempo de 30 minutos, quando inverte-se o relacionamento. Isso leva à conclusão de que, após 30 minutos em montagem, começa a ocorrer a polimerização do adesivo, prejudicando a qualidade da linha de cola. O tempo adequado para a montagem da chapa está entre 15 e 30 minutos. Deve-se levar em consideração que a temperatura ambiental na ocasião do ensaio estava ao redor de 24°C.

Esse resultado é semelhante à indicação feita por KOCH (1972) para compensados de pinheiros sulinos, em que o tempo ótimo de montagem varia de 13 a 24 minutos, em função da densidade da madeira. Deve-se considerar que, quando são utilizadas lâminas de coníferas, existe uma variação no tempo de montagem considerado ideal, devido à existência dos lenhos inicial e tardio.

Das Tabelas 2 e 3 ressalta a diferença existente entre a resistência no sentido paralelo e no perpendicular. Era esperada uma diferença menor, uma vez que uma das principais características do compensado é a uniformidade das suas propriedades em toda a extensão da chapa. Provavelmente a diferença encontrada seja devida ao fato do painel ser confeccionado com apenas 3 lâminas de mesma espessura.

Através da Tabela 4 pode-se comparar o compensado feito com madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com painéis manufacturados com madeiras de outras espécies. Verifica-se que sua resistência à flexão é superior a do tradicional compensado de pinho. Isso comprova que as espécies de rápido crescimento podem resultar em produtos com características tecnológicas que possibilitem a substituição das espécies nativas e tradicionais.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e na discussão dos mesmos pode-se concluir que:

- a) o aumento na quantidade de extensor prejudica a qualidade da linha de cola, ocasionando uma diminuição na resistência à flexão estática no sentido paralelo;
- b) o tempo de montagem adequado para painéis compensados manufacturados com lâminas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e adesivo à base de uréia formaldeído na formulação B está entre 15 e 30 minutos;
- c) em termos de resistência à flexão estática, o compensado de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* poderá substituir o tradicional painel de *Araucária angustifolia*.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

ARCHER, L.B. – O uso de extensores no preparo e adesivos à base de resinas uréia-formol para fabricação de madeira compensada. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, 2 (6): 20-3. 1971.

BALDWIN, R.F. – Plywood manufacturing practices. San Francisco, Miller Freeman, 1975. 260p.

FREITAS, A.R. & HAYASHIDA, K. – Propriedades físicas e mecânicas da madeira e do contraplacado de *Pinus elliottii*. Brasil Florestal, Rio de Janeiro, 3 (9): 38-43, 1972.

JANKOWSKY, I.P. – Qualidade das lâminas de *Pinus strobus* (Martinez) var. *chiapensis* obtidas por desenrolamento. IPEF, Piracicaba (16): 50-9, 1978.

KOCH, P. – Utilization of the southern pines. Washington, USDA, 1972. v.1.

RICHTER, H.G.; TOMASELLI, I. & MORESCHI, J.C. – Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parahybum*): 2 – fabricação de compensados. Floresta, Curitiba, 6 (1): 14-23, 1975.

SELBO, M.L. – Adhesive bonding of wood. Washington, USDA, 1975. 122p.

5. AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de uma bolsa de pesquisa; à ALBA S.A. pela doação dos adesivos utilizados no experimento; e aos alunos da disciplina Tecnologia dos Produtos Florestais, turma do 1º semestre de 1981, pelo auxílio prestado.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

É proibida a reprodução total ou parcial dos artigos publicados nesta circular, sem autorização da comissão editorial.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço:

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

Marialice Metzker Poggiani – Bibliotecária
Walter Sales Jacob
Comissão de Pesquisa do Departamento de Silvicultura – ESALQ-USP
Prof. Luiz Ernesto George Barrichelo
Prof. Fábio Poggiani
Prof. Mário Ferreira

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – Prof. João Walter Simões
Diretor Técnico – Prof. Helládio do Amaral Mello
Diretor Administrativo – Prof. Ricardo Berger

Responsável por Divulgação e Integração – IPEF

José Elidney Pinto Junior