

ESTUDO TECNOLÓGICO DO GUAPURUVU (*Schizolobium parahybum*).

II — FABRICAÇÃO DE COMPENSADOS*

Hans Georg Richter * *
Ivan Tomaselli * * *
João Carlos Moreschi * * *

SUMMARY

*This publication reports on the suitability of the wood species "Guapuvurú" (*Schizolobium parahybum*), a fast growing tree from the coastal regions of southern Brasil, for industrial uses, specifically utility plywood.*

Although of very low specific gravity (0.28 — 0.35 g/cm³) plywood manufactured under industrial and carefully controlled laboratory conditions proved to be perfectly suitable for such products as concrete forms, packaging material, furniture parts etc. Peeling and drying operations were somewhat prejudiced by presence of brittle heart, tension wood and rotten cores, principally in older trees. Gluing with urea and fenolic glues did not pose any problems. Physical and mechanical properties of the final product were satisfactory and proportionally high in comparison with plywood manufactured from woods with higher specific gravity, traditionally used in the region.

1. Introdução

O interesse por essências florestais de rápido crescimento é em geral, o fator preponderante para que uma determinada espécie seja cultivada em povoamentos puros, e em larga escala.

Raras vezes em nosso país é levado em consideração a qualidade do material lenhoso produzido, ou a possibilidade de ajustamento da tecnologia em relação ao material de baixos índices de qualidade.

A realização de um levantamento preliminar, teve seus fundamentos no excepcional crescimento do GUAPURUVU (*Schizolobium parahybum*), onde tentou-se localizar povoamentos artificiais puros; problemas silviculturais encontrados; industrialização, aproveitamento e trabalhabilidade da madeira; problemas de secagem e durabilidade natural; mercado, bem como revisão bibliográfica.

Baseando-se nos fatores do levantamento preliminar (Revista Floresta - Ano V nº 1 — 1974), bem como em testes preliminares realizados, considerou-se como utilização viável da madeira de guapuru-vu a de compensados. O baixo peso específico da madeira (média de 0.32 g/cm³ em 12% de umidade) e em consequência baixa resistência mecânica, leva à fabricação de material tecnologicamente transformado, de maneira a conseguir-se produto de melhor qualidade.

2. Material e Métodos

2.1 Trabalhos de campo e na Indústria

A coleta de material realizou-se no município de Penha, litoral catarinense, sendo que quanto ao número de árvores abatidas levou-se em consideração a recomendação da Norma COPANT, ou seja um mínimo de cinco (5) árvores que reunissem as características desejadas. De cada árvore, obteve-se três (3) toras com comprimentos de 2,50 a 3,00 metros, perfazendo um total de 15 toras. Retirou-se um disco de cada árvore para determinação prévia do teor de umidade inicial e do peso específico.

Dois grupos de toras distintos foram considerados através de sorteio aleatório, um para laminação após um tratamento inicial de aquecimento (vaporização direta por 2 horas, em temperaturas entre 60 e 70° C) madeira esta, denominada "Cozida", e outro sem tratamento prévio — madeira denominada "Crua".

Em virtude do baixo peso específico do material, não submeteu-se a um tratamento de aquecimento mais prolongado. Antes do início da laminação, foram tomadas as dimensões das toras, com e sem casca para posterior cálculos do rendimento, determinado previamente como fator importante. Após o arredondamento, foram anotadas as dimensões do ci-

* Trabalho apresentado no I Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais — Viçosa 10/74.

* * M.Sc. em Tecnologia da Madeira, professor do Convênio de Freiburg (Alemanha), Orientador do Curso de Pós-Graduação.

* * * Engenheiros Florestais, Pós-Graduandos em Tecnologia da Madeira, bolsistas do CNPq.

cilindro de laminação e, após terminada a operação a do cilindro de resto.

Foram produzidas lâminas nas espessuras de 1,5mm; 2,0mm e 3,0mm cuja uniformidade foi anotada através verificações contínuas, tanto como o ajustamento da faca, barra de pressão (contra-faca), bem como a qualidade da lâmina produzida de diferentes árvores e tratamentos. Os critérios fixos na laminação foram:

- Ângulo de corte da faca de 20°
- Ângulo livre de 0°
- Abertura vertical da barra de pressão igual a 1 mm, sendo variável a abertura horizontal da barra de pressão conforme espessura da lâmina desenrolada.

A medida que era concluída a laminação, as lâminas eram levadas a guilhotina para o corte e subsequente medição (cálculo de rendimento).

A secagem, etapa seguinte do processo, procedeu-se em um secador, a jato de ventilação vertical, constituído de sete (7) secções, com temperatura entre 120 e 145° C (temperaturas utilizadas em processo industrial normal). O tempo de secagem foi préviamente determinado por amostras para que fosse obtido um teor de umidade final aproximado de 7 a 8%. Este teor de umidade foi continuamente controlado através de medidor elétrico.

Adotando-se critérios da indústria, após a secagem procedeu-se a classificação das chapas, subdividindo-as em dois grupos:

- Tipo A: capas exteriores de melhor qualidade
- Tipo B: miolo, lâminas internas cuja aparência não é de importância.

Conforme as utilizações a que seria submetido o material (forma de concreto, embalagens, móveis) foram fabricadas chapas de diferentes dimensões, va-

riando entre 5,5 mm e 19 mm e de três (3) a sete (7) "plys". A cola empregada, denominada "a prova d'água", e aplicada no processo industrial normal, apresentava a seguinte composição:

Resina Fu 30 (Furanica)	100 Kg
Catalizador 013	4 Kg
Farinha de Trigo	20 Kg
Água	10 Kg
Albumina de Sangue	4 Kg

As condições de prensagem foram:

Temperatura: entre 80 e 115° C
Pressão: entre 6 e 10 Kg/cm²
Tempo: 3 minutos de tempo básico
mais 1 minuto por mm de espessura.

2.2 Trabalhos de Laboratório

Utilizando-se lâminas de fabricação industrial de 3 mm de espessura, fabricou-se um total de 72 chapas de três "plys", de 0 x 60 cm e de 9 mm de espessura nominal. Nesta operação ocorreu uma subdivisão dos dois grupos iniciais (madeira "crua" e "cozida"), com emprêgo de dois tipos de cola: Ureia-Formol (UF) e Fenol-Formol (FF)^{1/}. Mantendo-se as condições de prensagem constantes^{2/}, variou-se as quantidades de cola de cada subgrupo; para UF 350, 400 e 450 gramas, para FF 290, 320 e 350 gramas por metro quadrado de linha dupla, baseando-se nos valores médios recomendados pelo fornecedor das colas. Tanto o material produzido em laboratório como o industrial, foram submetidos a teste de resistência a Flexão Estática e da Linha de Cola, realizados conforme especificações da Norma ASTM D-805. Para o caso da resistência a flexão estática determinou-se:

- Resistência máxima (σ_{max}) Kg/cm²
- Módulo de Elasticidade (MOE) Kg/cm²
- Peso específico (p.e.) g/cm³ e
- Teor de umidade (u) % no momento do teste.

1/ Composição das colas utilizadas:

UF — Fabricação ALBA S/A Qualidade "D"

Cascamite 5-H	100
Albex — 1 (farinha de trigo)	100
Água	110
Albex — 5 (albumina de sangue)	10
Catalizador H-27-L	10

FF — Fabricação ALBA S/A Qualidade "A"

Cascophen HL-46	100
Albex — 3 (casca de nozes — iguape)	10

2/ Condições de prensagem

Cola	Temperatura °C	Pressão Kg/cm ²	Tempo min
------	----------------	----------------------------	-----------

UF	95	6	12 (9mm)
FF	125	10	12 (9mm)

Na resistência da linha de cola, ocorreu uma subdivisão tratando-se o material em estado seco (aprox. 12% u) e após teste de fervura, determinando-se:

- Resistência da linha de cola (σ) max) Kg/cm²
- Percentagem de falha na madeira (%)
- Teor de umidade (u) %

dos corpos de prova testados em estado seco.

Tomou-se o cuidado de realizar-se uma amostragem, completamente aleatória na obtenção do material testado, bem como o de aclimatização em ambiente standard (20° C, 65% de UR) até o teor de umidade equilíbrio, antes dos testes. Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística, comparando-se o material de madeira "cozida" e "crua", e as diferentes quantidades e qualidades de cola aplicadas.

2.3 Teste de Utilização

Para verificar o comportamento do material produzido industrialmente em condições reais de uso, o mesmo foi submetido a vários testes de aplicação prática:

- Forma de concreto na construção civil (Curitiba)
- Embalagens de geladeiras e congeladores para transporte rodoviário (Curitiba-Rio Branco, AC - Curitiba)
- Na fabricação de móveis, acabamento com chapas finas, construção interna (paredes divisórias, revestimento, etc.)

3. Resultados

3.1 Descascamento

O guapuruvú apresenta casca relativamente fina, um (1) a dois (2) centímetros (DAP de 70 cm), e com fibras curtas, dificultando o descascamento manual — casca desprende-se em pequenos pedaços, mas por outro lado facilitaria um descascamento mecânico.

3.2 Laminação

Não apresentou problemas no processo mecânico de laminação em todas as espessuras utilizadas. Em certos casos a ocorrência de vibração no final da laminação, provocada por um apodrecimento no centro da tora e consequentemente falta de firmeza das garras, comprometeu a qualidade da lâmina. A facilidade de laminação bem como a praticamente ausência de defeitos na tora, fez com que apresentasse lâminas de boa até muito boa qualidade, dando-se evidência as espessuras de 1,5 a 2 mm. Lâminas com 3 mm, devido a textura grossa e aberta da madeira, apresentaram certa aspereza.

Conforme observações próprias e indicações de operários da indústria, aparentemente, a superfície da madeira submetida a aquecimento, apresentou-se mais lisa e uniforme, bem como de maior uniformidade na espessura.

Dois problemas inerentes da própria espécie, são as principais fontes de defeitos. O primeiro, é a presença de fibras gelatinosas, resultando em superfícies ásperas e abertas. O segundo, é a presença de quebras transversais das lâminas, principalmente provenientes da parte central da tora, evidenciando-se após a secagem, no entanto não prejudicam, profundamente o aproveitamento.

A causa destas quebras é provável que se encontra nas altas tensões de crescimento na árvore viva, que sendo liberadas no momento de abate provocam a quebra microscópica das paredes das fibras ("brittle heart").

A presença de grã espiral, encontrada em uma árvore não causou dificuldades na laminação, nem mesmo diminuiu a qualidade da lâmina. Isto ocorreu também para o caso da presença de nós, em sua maioria fixos, pequenos e sem muito destaque.

3.3 Secagem

A estrutura aberta da madeira do guapuruvu facilita a passagem do ar forçado e a evaporação d'água. Não apresentou problemas sérios de secagem e, acredita-se que haveria possibilidade de diminuir o tempo de secagem com utilização de temperaturas mais altas, em

torno de 160 a 170°C. (atualmente utiliza-se 120 a 145°C) sem com isto prejudicar a qualidade da lâmina.

Evidenciaram-se na secagem os defeitos ocorridos na laminação, como quebras transversais, tensões internas e presença de lenho de tração, e em consequência ondulamento, encrespamento, rachaduras e torções, considerando-se estes defeitos toleráveis quantitativa e qualitativamente.

Em certos casos, lâminas procedentes do alburno, apresentaram descoloração pronunciada, tornando-se nitidamente amareladas, ao mesmo tempo que apresentaram-se com teor de umidade mais elevado e mais lisas que as provenientes do cerne.

O teor de umidade final médio obtido foi de 7,37%, com uma variação entre 6 e 8%, apresentando contração tangencial (perda na largura) entre 5 e 8%, partindo-se do estado verde de umidade inicial de aproximadamente 120 a 250%.

3.4 Rendimento

Considerando-se os valores médios obtidos das 5 toras utilizadas na pesquisa temos:

1. Percentagem em metros cúbicos de compensado em relação ao volume total — 35%. Neste contexto deve-se levar em consideração o fato que o compensado do guapuru, sendo muito leve, perde 7 a 11% do seu volume durante prensagem, secagem e lixamento.
2. Percentagem da lâmina verde do volume total — 48%.
3. Percentagem da lâmina verde de madeira laminada (após arredondamento) — 58%.
4. Percentagem do cilindro resto do volume total — 11%.
5. Percentagem da casca do volume total — 6,5%.
6. "Perda bruta" (itens 4 e 5) do volume total — 17,5%.

Pode-se verificar que a perda bruta, é bastante baixa — (17,5%) comparan-

do-se com outras madeiras tropicais que alcançam entre 25 e 38% (1). Um rendimento de aproximadamente 60%, relacionando-se lâmina verde e madeira laminada pode ser considerado bom, levando-se em consideração os prejuízos causados pelo centro da tora podre e as quebras transversais.

3.5 Classificação da Lâmina seca

Adotando-se a norma empírica de classificação empregada na indústria, obteve-se uma média do total igual a 60% de lâminas próprias para serem empregadas como "capas". A variação da proporção de "capas" e "miolo" foi bastante grande, sendo que árvores inclinadas, possuindo lenho de tração, produziram em sua maioria lâmina de baixa qualidade.

3.6 Avaliação do produto final

3.6.1 Classificação dos defeitos

A falta de uma norma para classificação de compensado industrial, aceita no Brasil, levou ao emprego de critérios estipulados na Norma DIN 68705. Os defeitos oriundos do processo de fabricação (lâmina sobreposta, falta de miolo, quina morta, etc.) perfizeram 54% do total com os restantes 46% provenientes de defeitos inerentes da própria madeira (superfície áspera, nós, rachaduras, etc.).

Em geral trata-se de uma madeira fornecendo compensado tipo "industrial" com uma superfície de aparência clara e uniforme com poucos efeitos decorativos.

3.6.2 Testes de Flexão Estática

No teste de flexão estática de material industrial, realizados com quatro lotes de compensados 3 x 3 mm (espessura nominal de 9 mm), pode-se concluir, em termos gerais que trata-se de compensado muito leve com resistência relativamente alta. O aumento em relação à madeira maciça foi de 40% sendo que os resultados obtidos, comparados com dados apresentados para outras espécies, são favoráveis, conforme tabela 1, abaixo:

Tabela 1: Resistência mecânica do compensado
Comparação de várias espécies

Espécie	p.e. (G/cm ²)	σ max	MOE	σ max
	12% u	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	1000 x p.e.
Guapuruvu (<i>Schizolobium parahybum</i>)	0.44	467	70.000	1.061
Pinheiro (<i>Araucária angustifolia</i>) (2)	0,60	551	95.000	0.981
Pinus elliotti (2)	0.76	700	91.140	0.921

Considerando-se a resistência do compensado (σ max e MOE) em relação aos pesos específicos das referidas espécies, esta apresenta-se mais elevada no caso do guapuruvu. Isto significa que uma economia alta no peso específico não significa queda proporcional na resistência.

O material fabricado em laboratório, tanto com cola UF como FF apresentou resultados médios de resistência mecânica semelhantes ao material fabricado na indústria. Devido as pressões mais altas (10 kg/cm²) empregadas na prensagem com FF este material alcançou valores médios maiores (vide tabela 2.) do que o material colado com UF (6 kg/cm²) (vide tabela 3).

Tabela 2. Resistência a flexão estática — Material de laboratório colado com FENOL — FORMOL.

	Quant. de cola g/m ² l.d.	σ max Kg/cm ²	MOE Kg/cm ²	p.e. g/m ³	$\frac{\sigma \text{ max}}{1000 \times \text{p.e.}}$	
FENOL — FORMOL	“crua”	290	497	74.320	0.46	1.08
	“crua”	320	568	87.510	0.49	1.16
	“crua”	350	557	67.870	0.47	1.19
	“cozida”	Média:	541	76.570	0.47	1.14
	“cozida”	290	401	69.290	0.50	0.80
	“cozida”	320	451	74.440	0.48	0.94
	“cozida”	350	432	77.020	0.49	0.88
	“cozida”	Média:	428	73.580	0.49	0.87
		Média geral	485*	75.080	0.48*	1.00

* Valores ajustados a 12% u.

Tabela 3. Resistência e flexão estática — Material de laboratório colado com UREIA FORMOL.

	Quant. de cola g/m ² l.d.	σ max Kg/cm ²	MOE Kg/cm ²	p.e. g/m ³	$\frac{\sigma \text{ max}}{1000 \times \text{p.e.}}$	
UREIA — FORMOL	“crua”	350	384	52.480	0.38	1.01
	“crua”	400	321	33.220	0.38	1.05
	“crua”	450	322	47.530	0.40	1.13
	“cozida”	Média:	342	44.530	0.39	1.06
	“cozida”	350	509	73.920	0.46	1.11
	“cozida”	400	428	73.590	0.48	0.83
	“cozida”	450	406	70.950	0.48	0.94
	“cozida”	Média:	448	72.820	0.47	0.96
		Média geral:	395*	58.620	0.43*	1.01

*Valores ajustados a 12% u.

Destaca-se a influência do peso específico na resistência mecânica do compensado, explicando a maior parte da variação encontrada nos testes, tanto com madeira “cozida” como “crua”. Comparando-se os fatores σ max/1000 x p.e (fator

o qual relaciona a resistência ao peso específico), os resultados apresentam uma leve superioridade, embora estatisticamente não comprovada, do compensado fabricado com madeira “crua” tanto para colagem com UF como FF.

3.6.3. Resistência da Linha de Cola

3.6.3.1 Influência do tratamento inicial de aquecimento

Foram realizados testes da resistência máxima da linha de cola e a determinação da falha na madeira na área de rompimento dos corpos de prova.

Tanto o material industrial como o de laboratório apresentou resultados surpreendentemente melhores para a madeira que sofreu tratamento inicial de aquecimento denominada "cozida", em relação ao material colado com madeira "crua" (vide tabelas 4. e 5.).

Tabela 4: Resistência da linha de cola e falha na madeira.
Material industrial.

Tipo de Tratamento	σ max. Kg/cm ²	% falha na madeira	% u teste
"cozida"	14,6	55	10,8
"crua"	9,9	46	10,9

Tabela 5. Resistência da linha de cola e falha na madeira do material de laboratório.

Tipo de Tratamento	Cola	Sem teste de fervura				após teste fervura	
		Quant. g/m ² l.d.	σ max Kg/cm ²	% falha	% u teste	σ max Kg/cm ²	% falha
"Crua"	UF	350	9,5	76	11,7	—	—
		400	14,3	77	11,9	—	—
		450	13,0	76	11,8	—	—
	FF	290	19,8	44	8,6	7,5	7
		320	22,4	48	8,5	7,0	7
		350	15,3	38	8,7	6,3	14
"Cozida"	UF	350	17,8	66	11,7	—	—
		400	20,6	82	12,4	—	—
		450	21,7	69	11,9	—	—
	FF	290	22,4	63	8,9	9,6	25
		320	21,7	58	10,8	8,5	21
		350	21,6	54	9,8	9,5	30

^{1/} Teste de Fervura (Cyclic Boiling Test)

1. 4 horas de fervura 100°C
2. 20 horas de secagem 60°C
3. 4 horas de fervura 100°C
4. 2 horas esfriamento em água 20°C

No teste de fervura ^{1/}, ao qual foram submetidos 160 corpos de prova de diferentes lotes de prensagem industrial, fabricados com cola "tipo prova d'água", somente cerca de 7% permaneceram intactos, no entanto desmarcharam-se com pouco esforço manual, com 95% de falha na linha de cola.

Nos testes de resistência da linha de cola, com material fabricado no laboratório, os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- Material com tratamento inicial de aquecimento apresenta os melhores resultados, com alta significância estatística, em comparação com material laminado cru.
- Analogamente, esta diferença continua sendo altamente significante após o teste de fervura, realizado apenas com material colado com cola FENOL-FORMOL (a prova d'água).

3.6.3.2 Influência de diferentes quantidades e qualidades de cola

Os resultados dos testes da resistência da linha de cola com material fabricado em laboratório, variando-se tanto a qualidade (UF e FF) como a quantidade de cola, estão apresentados na tabela 5.

Os cálculos estatísticos revelaram que na variação da quantidade de cola, geralmente não teve influência significante na resistência máxima da linha de cola, tanto para material fabricado com madeira "cozida" como "crua". Apenas a colagem de madeira "crua" com cola FF mostrou uma diferença significativa de maneira que as menores quantidades de cola deram o melhor resultado.

Na comparação estatística entre diferentes quantidades de cola utilizadas em corpos de prova submetidos a teste de fervura (FF), não ocorreu significância, tanto para material de madeira "cozida" como "crua". A resistência da linha de cola, após teste de fervura, não dependeu da quantidade de cola aplicada.

3.7 Resultados dos Testes de Utilização

3.7.1 Forma de Concreto

Conforme laudo da firma construtora, a qual foi entregue o material de teste (chapas de 160 x 220 x 1.9 cm com tratamento impermeabilizante), repetiu-se quatro vezes a sua aplicação na construção com chapas inteiras e recortadas. A posterior análise do material usado revelou os seguintes fatos:

- ausência quase completa de delaminação
- pequenos danos mecânicos nos cantos e onde as chapas foram pregadas
- pouco empenamento e encanoamento, evidenciando a boa estabilidade do material

3.7.2 Embalagem

As caixas de embalagem (geladeiras e congeladores) após percorrer uma grande distância em um trajeto extremamente difícil (estrada de terra), apresentou-se em excelente estado permitindo a sua reutilização.

A Firma encarregada com esta experiência, considerou a embalagem de compensado do guapuruvu como excelente, aprovando-a para esta finalidade.

3.7.3 Utilização para Móveis e outras finalidades

O compensado do guapuruvu apresentou-se como material de excelente qualidade, sem quaisquer problemas com respeito a estabilidade e colagem (cobertura com capas finas de madeiras nobres).

Considera-se como grande vantagem o baixo peso do material utilizado, facilitando de maneira geral o seu manuseio.

4. Conclusões e Sugestões

4.1. Laminação

A madeira do guapuruvu não apresenta problemas sérios, com a atual técnica empregada no Brasil. Os principais defeitos apresentados, responsáveis pela diminuição da qualidade das lâminas são:

- presença de lenho de tração, causando aspereza e "furos abertos" na lâmina. Isto ocorreu somente no caso de lâminas oriundas de árvores inclinadas, fato que permite concluir que com povoamentos puros e silviculturalmente planejados, este defeito poderia vir a ser minimizado.
- presença de quebras transversais ("brittle heart") evidenciando-se na parte central da tora, e dificultando a utilização para capas externas.
- presença de miolo podre da tora, dificultando a fixação das garras e diminuindo o rendimento.

Estes dois últimos defeitos, apresentam-se em sua maioria em árvores mais idosas. Acredita-se que em plantios artificiais poder-se-ia praticamente eliminar estas ocorrências.

A aparência externa da madeira laminada, devido a sua textura grossa e a presença de um grande número de nós pequenos e sãos, a classifica para uso em "chapas de utilidade industrial ("Industrial plywood") e não indica a sua aplicação para fins decorativos.

4.2. Secagem

Devido a estrutura aberta e porosa da madeira, além da ausencia de inclusões resinosas, não ocorrem problemas sérios. Os apresentados durante a laminação pronunciaram-se em forma de ondulações e rachaduras. O alburno, em certos casos tornou-se nitidamente amarelado em virtude de descoloração, o que não chega a prejudicar a qualidade da lâmina.

Por razões econômicas seria perfeitamente viável o aumento das temperaturas no secador para em torno de 150 — 170° C.

4.3. Rendimento e produção industrial

Afirma-se que o rendimento obtido atinge percentagens normais, podendo ser melhorado com um melhor aproveitamento das lâminas produzidas durante o arredondamento das toras, evitando-se o corte de lâminas com larguras excessivas e cargas em demasia na prensagem dos compensados. Na passadeira de cola, apresentaram-se alguns problemas, provocando dificuldade de esparramamento de cola, no caso de lâminas onduladas. Por outro lado, o conjunto de lâminas, quando formado em sua maioria de onduladas, dificultava a entrada na prensa.

Segundo observações, recomenda-se usar colas com grau de extensão bastante alto (viscosidade entre 2500 e 3500 cp), para evitar uma linha de cola faminta e/ou ultrapassagem da cola, fatos estes provocados pela alta porosidade da madeira do guapuruvu.

Na prensagem pode-se seguir as instruções normalmente dadas pelos fornecedores da cola (quantidade de cola por m² de linha dupla, temperatura e tempo de prensagem). No entanto, não deve-se utilizar pressões maiores que 8 a

10 Kg/cm², evitando-se perdas desnecessárias em espessura. Bons resultados foram obtidos em laboratórios com a 5 a 6 Kg/cm² para Ureia-Formol e até 10 Kg/cm² para Fenol-Formol.

No enquadramento das chapas, recomenda-se serras de alta rotação, com maior número de dentes (reforçados com aço de vídia), que as normalmente usadas, com a finalidade de melhorar a qualidade do corte.

O lixamento deve ser efetuado com lixa fina, grau de aspereza em torno de 80, a fim de diminuir perda, evitar "quina morta" e superfície áspera, como ocorreu na produção industrial utilizando-se um grau de 40.

4.4. Propriedades físicas e mecânicas

O melhoramento das propriedades, objetivo preponderante na industrialização de compensados, torna-se muito importante no caso específico do guapuruvu, cujo uso em madeiras serradas é bastante limitado, devido aos baixos valores de resistência (madeira muito leve com baixo peso específico de 0.28 a 0.35 g/cm³). Com a fabricação das chapas de compensados, alcançou-se melhores valores, aumentando desta maneira a amplitude de utilização, levando-se em consideração o baixo custo da matéria prima.

Para o peso específico, os valores encontrados tanto para compensados de laboratório como o industrial, alcançaram 0,35...0,45...0,50 g/cm³ (12% u), o que pode ser considerado "leve" quando comparado com compensado de "Pinheiro" (*Araucaria angustifolia*) e de "Canela" (*Lauraceae*) de 0,6 a 0,8 g/cm³ e, respectivamente 0,7 a 0,85 g/cm³. Os valores médios encontrados para a resistência a flexão estática (básicamente em função do peso específico) à 12% de umidade eram os seguintes:

Resistência máxima a flexão: σ max = 320...450...570 Kg/cm²

Módulo de Elasticidade: MOE = 49.000 ... 68.000 ... 76.000 Kg/cm²

Para a resistência mecânica da linha de cola os seguintes valores médios foram encontrados:

Ureia-Formol: σ max = 16,2 Kg/cm² com 74% de falha na madeira.

Fenol-Formol: σ max = 20,7 Kg/cm² com 51% de falha na madeira.

Furântica : σ max = 11,5 Kg/cm² com 49% de falha na madeira.

Estes valores podem ser considerados bons em relação ao peso específico da madeira. Nota-se que com maior resistência da cola a água, menor afinidade da mesma com a madeira, sendo esta expressa em percentagem de falha na madeira.

Quanto as diferentes quantidades de cola utilizadas, observou-se uma tendência a melhores resultados, no caso da Ureia-Formol, com menores quantidades de cola, enquanto que no caso da Fenol-Formol, não ocorre diferença significante variando-se as quantidades. Sugere-se estudos mais detalhados, a fim de minimizar a quantidade de cola sem prejudicar a qualidade do produto final.

O teor de umidade de equilíbrio do compensado atingiu após aclimatização, em clima standart ($20^{\circ}\text{C}/65\%$ UR), os seguintes valores:

Ureia-Formol:	14,0%
Fenol-Formol:	8,7%
Furânicá :	10,5%

Estes valores refletem o grau de hidroscopicidade da cola e respectivamente dos extensores utilizados, sendo que a mínima absorção ocorreu para o caso da Fenol-Formol (prova d'água), absorção média para a Furânicá (não muito eficiente como prova d'água) e absorção mais elevada para o caso da Ureia-Formol (menos resistente a água).

Em relação ao efeito do tratamento de aquecimento inicial das toras, segundo informações dos operários da indústria, a madeira aquecida leva ligeiras vantagens, sendo ela mais lisa e a espessura da lâmina mais uniforme.

O tratamento prévio de aquecimento aparentemente exerceu pouca influência na resistência mecânica do compensado. Portanto, as análises estatísticas dos testes de resistência da linha de cola confirmaram um aumento considerável destes valores em quase todos os casos, para madeira que sofreu um aquecimento inicial.

4.5. Utilização prática industrial

Os testes de utilização realizados, serviram para confirmação das hipóteses de aproveitamento lançadas sobre o guapuruvu, nos setores de:

- Formas de concreto
- Embalagens pesadas (geladeiras congeladores)

— Fabricação de móveis (fundos de gavetas), paredes divisorias, traseiros de armários, cobertura com lâminas de madeiras nobres, etc.)

Dentro desta faixa de utilizações foram alcançados os melhores resultados possíveis, sem ocorrência de problemas quaisquer.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Técnica Florestal S/A, pelo financiamento da pesquisa, a ALBA S/A., a Berneck e Cia., a Refrigeração Paraná S/A, a Concisa — Construções Civis Ltda., a Móveis Címo S/A, ao Professor Hans Peter Nock e aos Engenheiros Florestais: José Rubens Moretti, José Gabriel de Lelles e Lincoln Lopes Teixeira, pela colaboração efetiva.

6. RESUMO

Trata-se de um relato da pesquisa desenvolvida pelo Departamento de Engenharia e Tecnologia Rural, do Curso de Engenharia Florestal, setor de Ciências Agrárias, U.F.P., através da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, denominado PROJETO DO GUAPURUVU, com a finalidade de dar aproveitamento industrial a madeira do "Schizolobium parahybum", com a fabricação industrial e em laboratório de chapas compensadas, bem como o estudo das propriedades físico-mecânicas do material produzido, além de testes de utilização. Ficou comprovada a eficiência do material, com possibilidades de emprego em móveis, formas de concreto, caixotaria pesada e leve (geladeiras, congeladores, etc.). O baixo peso específico do material, não representou uma queda proporcional nas propriedades mecânicas, ou seja baixo peso, com uma resistência proporcionalmente alta.

7. LITERATURA CITADA

1. SÃO PAULO. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. DIVISÃO DE MADEIRA. Compensado de "Pinus elliottii" e suas propriedades físicas e mecânicas. *Boletim Madeireiro*, Curitiba, 246: 11-15, 1972.
2. SLOOTEN, H.J. van der. *Evaluation study of eighteen wood species from Guyana for veneer and plywood manufacture*. Rome, FAO, 1970. 105 p. (FOR: SF/GUY 9).