

# **MANUFATURA DE PAINÉIS COMPENSADOS COM *Eucalyptus*: CARACTERIZAÇÃO DE DIVERSAS ESPÉCIES.**

Ivaldo P. Jankowsky\*  
Osmar J.R. de Aguiar\*\*

## **SUMMARY**

*Six species of eucalipts (E.pilularis, E. triantha, E. microcorys, E. pellita, E. saligna and E.grandis) were tested for plywood manufacturing. The main defects were end splits of logs and veneer collapse during drying. Only two species (E.triantha and E. saligna) produced veneer of reasonable quality. The plywood manufactured with those two species showed similar values in flexure test, but the glue line of E.triantha panel showed higher resistance to humidity.*

*The main conclusion is: eucalipt woods have potential for plywood manufacturing, but it is very important to select the right species and some improvement in veneer peeling and drying.*

## **1. INTRODUÇÃO**

Devido às nossas condições climáticas, a maioria das espécies exóticas quando aqui plantadas apresentam um ritmo de desenvolvimento notadamente superior do que nos locais de origem. Isso tem motivado a introdução de várias espécies de *Eucalyptus*, que é o gênero florestal mais utilizado em reflorestamentos.

Apesar da madeira de eucalipto destinar-se basicamente ao abastecimento das indústrias de celulose e chapas de fibras, já existe a preocupação de diversificar o uso dessas florestas visando o seu aproveitamento em serraria e na produção de compensados.

Considerando que um determinado processamento da madeira requer toras com características específicas a esse processamento, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de diversas espécies de *Eucaliptus* durante a manufatura de painéis compensados, selecionando às que apresentaram potencial para a utilização industrial.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Embora a FAO (1975), durante a Consulta Mundial sobre Painéis a Base de Madeira, tenha recomendado incrementar a produção de madeira para a

manufatura de chapas em geral, através da implantação de florestas homogêneas com espécies de rápido crescimento, pouco tem sido feito para viabilizar a utilização do eucalipto na indústria de compensados.

De acordo com WALLIS (1970) e MCMILLAN (1978), as principais espécies utilizadas na Austrália para a produção de compensados são o *Eucalyptus maculata*, *E. regnans*, *E. diversicolor*, *E. marginata*, *E. obliqua* e *E. delegatensis*. As principais características do eucalipto que dificultam a sua utilização são a densidade relativamente alta, a facilidade com que as toras racham tanto no topo como longitudinalmente, e a susceptibilidade ao colapso durante a secagem que causa rachaduras e ondulações nas lâminas.

Apesar do compensado de eucalipto representar menos que 10% da produção total da Austrália, poucos experimentos têm sido conduzidos para obter informações sobre outras espécies. SCHULTZ (1979)<sup>(1)</sup>, informa sobre um teste efetuado com *Eucalyptus grandis*, *E. pilularis* e *E. saligna*, que acusou diferenças de comportamento entre as espécies, com o *E. grandis* apresentando melhores resultados. Todavia considerou-se que as três espécies produziram lâminas de qualidade aceitável para compensados industriais.

\* Professor Assistente do Departamento de Silvicultura — ESALQ/USP. Bolsista do CNPq.

\*\* Engenheiro Florestal, aluno do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal — ESALQ/USP.

(1) Informação pessoal de L.G.Schultz, general manager of the A.P.M. Forests Proprietary Limited, Austrália.

No Brasil foram divulgados por JANKOWSKY (1979) os resultados preliminares obtidos em um ensaio com o *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla*.

Mesmo sendo difícil trabalhar com a madeira de eucalipto, WALLIS (1970) afirma ser possível produzir compensados com o mais alto padrão de qualidade desde que seja aperfeiçoado o maquinário e sejam desenvolvidas e introduzidas técnicas aprimoradas de processamento. Isso significa que é necessário desenvolver a tecnologia adequada para a utilização eficiente da madeira de eucalipto.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram estudadas as seguintes espécies: *Eucalyptus ptilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. saligna* (2 procedências) e *E. grandis*. Esse material, com 10 anos de idade, é proveniente do projeto IPEF — "Comportamento florestal de várias espécies de *Eucalyptus*", instalado em janeiro de 1971 na região de Salesópolis-SP, em áreas pertencentes à Cia. Suzano de Papel e Celulose. Embora do ensaio original constasse ainda o *Eucalyptus gumifera* e o *E. globulus*, os mesmos não puderam ser processados devido ao diâmetro reduzido das toras.

Foram selecionadas 4 árvores, dentre as de maior diâmetro, por espécie. Da parte basal de cada árvore foi retirado um torete com 1,10m de comprimento. Após o corte, os toretes permaneceram aproximadamente 2 meses no campo antes de serem remetidos para o processamento.

Antes da laminação as toras foram aquecidas por imersão em água à temperaturas em torno de 70°C, seguindo-se as recomendações de LUTZ (1974). Os toretes foram laminados em um torno desenrolador THOMS e BENATO, modelo LHT-14, regulado de acordo com as indicações de FEIHL & GODIN (1970), para lâminas com 2,0 mm de espessura:

- ângulo de afiação da faca = 20°00'
- ângulo da faca = 90°30' a 89°30'
- abertura horizontal = 1,8mm
- abertura vertical = 0,5mm

Posteriormente as lâminas foram secas à temperaturas de 60°C-85°C, utilizan-

zando-se uma estufa convencional para secagem de madeira serrada.

Das duas espécies que produziram lâminas com qualidade aceitável (*Eucalyptus triantha* e *Eucalyptus saligna*) foram manufaturados 6 painéis compensados (3 por espécie) compostos de 5 lâminas e com espessura nominal de 1,0cm.

Utilizou-se adesivo à base de uréia-formaldeído com a formulação descrita na Tabela 1, aplicado na base de 350g por m<sup>2</sup> em linha dupla. O tempo de montagem fechada foi de 15 minutos e a prensagem foi à 95°C por 20 minutos sob 10 kgf/cm<sup>2</sup> de pressão específica, com um painel por abertura.

**Tabela 1:** Formulação do adesivo à base de uréia-formaldeído utilizado no experimento.

Componentes	Formulação	
	(Partes p/peso)	(%)
Cascamite PL-117	100	29,9
Farinha de trigo (ALBEX 1)	100	29,9
Albumina de sangue (ALBEX 5)	6	1,8
Catalizador (M4)	8	2,4
Água	120	35,9

Após a prensagem as chapas permaneceram 20 dias em climatização ao ambiente, sendo então retirados os corpos de prova para os ensaios de qualidade, efetuados de acordo com as normas NBS/PS 51-71 (SUTULA, 1972) para a resistência à umidade da linha de cola, e ASTM D-3043 (ASTM, 1973) para a resistência à flexão estática no sentido paralelo.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que o procedimento experimental não foi o mesmo para todas as espécies, os resultados serão apresentados em termos da produção de lâminas e da qualidade dos compensados.

#### 4.1. Produção de lâminas

As características das toras, comportamento durante a laminação, aspecto e qualidade das lâminas são apresentadas por espécie.

— **Eucalyptus pilularis** (4 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 21,1cm a 23,1cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 9 dias

Defeitos:

- rachaduras de topo

Temperatura de corte:

- 70°C a 74°C

Laminação:

- as rachaduras de topo prejudicaram a fixação nas garras.

Lâminas:

- razoavelmente lisas, abertas, com rachaduras e ondulações provocadas pela secagem. Inadequadas à manufatura de compensados.

— **Eucalyptus triantha** (4 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 21,0cm a 26,2cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 9 dias

Defeitos:

- pequenas rachaduras de topo, 1 tora bifurcada

Temperatura de corte:

- 68°C a 72°C

Laminação:

- a tora em que a rachadura de topo era mais acentuada, rachou durante a laminação.

Lâminas:

- razoavelmente lisas, abertas, algumas lâminas apresentaram rachaduras e ondulações devido a secagem. No geral, com qualidade razoável para a manufatura de compensados.

— **Eucalyptus microcorys** (2 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 21,0cm a 21,8cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 9 dias

Defeitos:

- rachaduras de topo

Temperatura de corte:

- 70°C a 72°C

Laminação:

- todas as toras racharam durante a laminação.

Lâminas:

- não foram obtidas lâminas, mas apenas retalhos que racharam durante a secagem.

— **Eucalyptus pellita** (2 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 24,2 cm a 24,8 cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 19 dias

Defeitos:

- rachaduras de topo

Temperatura de cote:

- 68°C a 72°C

Laminação:

- as toras racharam na saída das garras exteriores

Lâminas:

- com rachaduras e ondulações de secagem, ocorrendo também encruamento. Inadequadas à manufatura de compensados.

— **Eucalyptus saligna** (8 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 25,8 cm a 29,0 cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 19 dias

Defeitos:

- a maioria com pequenas rachaduras no topo, uma tora com forma anormal e uma com apodrecimento interno

Temperatura de corte:

- 70°C a 76°C

Laminação:

- as toras com pequenas rachaduras no topo laminaram normalmente até a saída das garras exteriores. As demais sofreram problemas de fixação nas garras.

Lâminas:

- lisas, razoavelmente abertas, rachaduras devido a secagem, variando de tamanho, e com muitos nós. De razoável qualidade para a manufatura de compensados.

— **Eucalyptus grandis** (4 toras)

Diâmetro médio das toras:

- 27,0 cm a 30,4 cm

Tempo de estocagem no pátio:

- 16 dias

Defeitos:

- duas toras com rachaduras no todo e longitudinais, duas com rachadura sno topo

Temperatura de corte:

- 77°C a 80°C

Laminação: todas as toras racharam durante a laminação

Lâminas:

- razoavelmente lisas, fechadas, com leve encurvamento. A secagem agravou as rachaduras já existentes. Inadequadas à manufatura de compensados.

Conforme pode-se notar, os problemas ocorridos durante a laminação foram provocados pelas rachaduras de topo. A tora rachada não permite a fixação necessária das garras, principalmente das garras interiores, e quando aumenta o esforço requerido pelo corte, a tora racha, tornando-se imprestável para a produção de lâminas. Esse problema, que é ilustrado pela Figura 1, torna-se mais grave quanto maiores forem as rachaduras no topo.

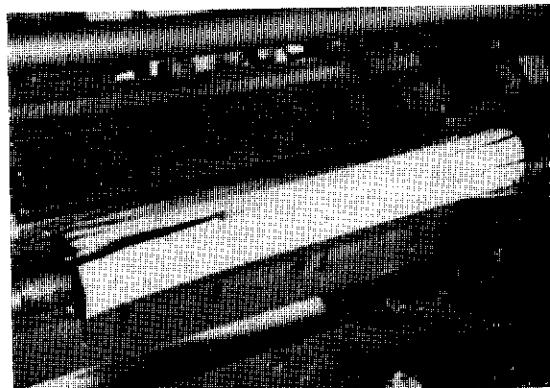


Figura 1: Ilustrando a expulsão da tora pelo torno devido às rachaduras e topo.

As rachaduras das toras são comuns à maioria das espécies de eucalipto, constituindo-se um dos principais entraves à utilização dessa madeira para serraria ou compensados. Todavia, a FAO (1979) recomenda a estocagem das toras sob água (imersão ou aspersão) como um procedimento para minimizar as rachaduras. Outra alternativa seria estocar as toras com o máximo comprimento possível e somente cortá-las no tamanho adequado quando forem laminadas.

A madeira de eucalipto é impermeável, e quando estocadas ao ar as toras secam rapidamente nos extremos, permanecendo com a parte central saturada de umidade. A retração natural, associada ou não às tensões de crescimento, provoca o aparecimento de rachaduras, que tendem a tornar-se mais profundas à medida em que a tora vai secando. Por isso, a estocagem sob água aparenta ser a alternativa mais viável, pois mantendo o teor de umidade nas toras acima de 30%, evita-se que a madeira comece a retrair.

Outro grave problema é a tendência ao colapso durante a secagem das lâminas, que pode provocar ondulações e encravamento como no caso do *E. pellita* (Figura 2) ou rachaduras. Deve-se ressaltar que as rachaduras nas extremidades das lâminas, provenientes das rachas no topo das toras, tendem a se tornar maiores durante a secagem devido à retração da madeira no sentido tangencial. Tal comportamento é ilustrado nas Figuras 3 e 4, para o *E. saligna* e o *E. grandis*, respectivamente.

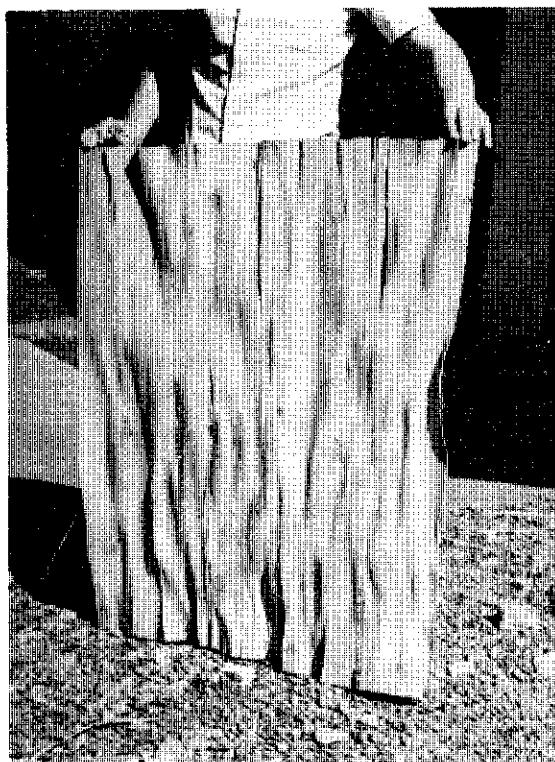


Figura 2: Lâmina de *E. pellita* após a secagem, mostrando ondulações e encravamento

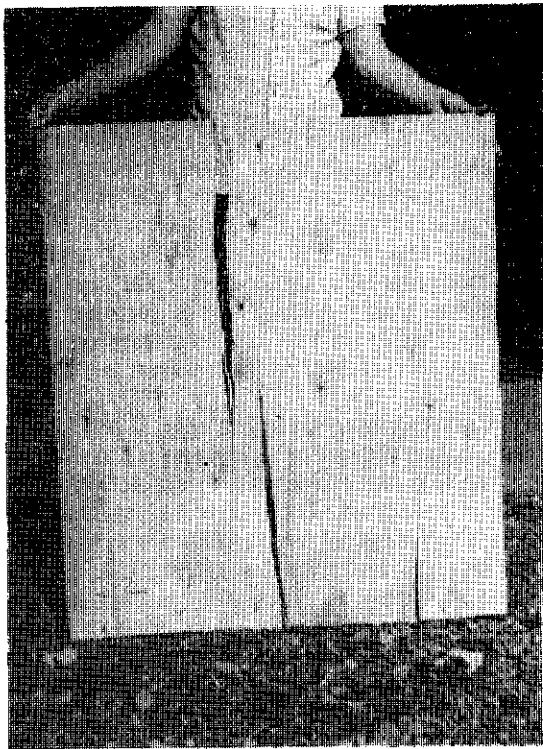


Figura 3: Lâmina de *E.saligna* após a secagem, mostrando rachaduras profundas.

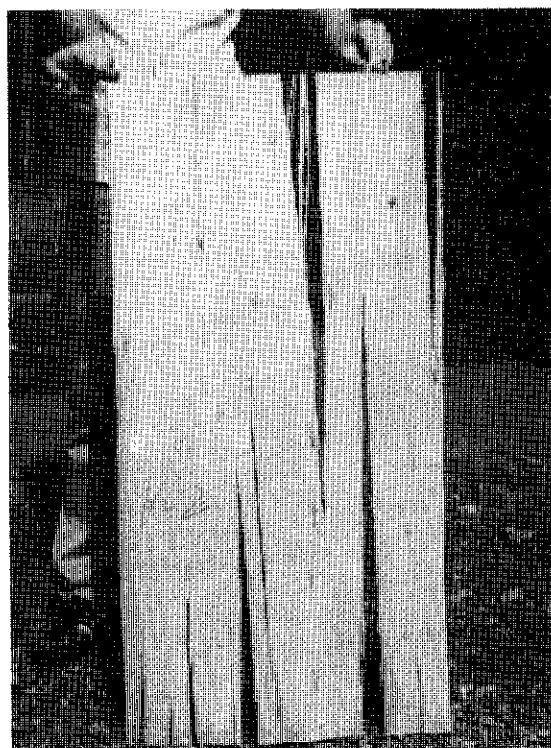


Figura 4: Lâmina de *E.grandis* após a secagem, mostrando rachaduras profundas.

Mesmo considerando que a estufa utilizada na secagem das lâminas não é apropriada para esse material, os resultados mostram que a secagem do eucalipto é problemática, existindo a necessidade de estudos mais detalhados sobre essa fase específica do processamento.

Outro aspecto a ser destacado é a contradição aos resultados de JANKOWSKY (1979), em relação ao comportamento do *E.saligna* e do *E.grandis*. No presente trabalho, todas as lâminas de *E.grandis* racharam durante a secagem, impossibilitando a utilização em compensados. E as lâminas de *E.saligna*, independente da procedência, apresentaram desde lâminas quase sem rachaduras até lâminas com rachaduras profundas. Contudo, foi possível produzir lâminas de *E.saligna* para a manufatura de compensados.

No trabalho anterior JANKOWSKY (1979) reporta o comportamento inverso das duas espécies. Esse fato pode ser explicado pelas diferenças no tempo de armazenamento das toras e na temperatura utilizada na secagem das lâminas. As tensões de crescimento são significativamente reduzidas durante o armazenamento (FAO, 1979), reduzindo a tendência a rachar. Por outro lado, quanto maior o tempo em estocagem, maiores tendem a ser as rachaduras de todo ocasionadas pela secagem natural das toras. Nos que diz respeito à secagem das lâminas, temperaturas elevadas agravam a tendência à rachar e colapsar.

Considerando que as rachaduras foram os únicos defeitos nas lâminas que inviabilizaram a manufatura de compensados, total para o *E.grandis* e parcial no *E.saligna*, é provável que a combinação adequada do tempo e forma de estocagem das toras com as condições de secagem permita a utilização industrial das duas espécies.

#### 4.2. Qualidade dos compensados

Devido à qualidade das lâminas foram feitos compensados apenas com *E.saligna* e *E.triantha* (3 painéis por espécie). Os resultados do teste da linha de cola constam da Tabela 2 e os valores de resistência à flexão estática são apresentados na Tabela 3. As Figuras 5 e 6 mostram dois dos painéis produzidos.

**Tabela 2.** Número de falhas no teste da linha de cola Tipo II (alta resistência à umidade) e Tipo III (resistência moderada à umidade).

REPETIÇÃO	E.saligna		E.triantha	
	Tipo II	Tipo III	Tipo II	Tipo III
Painel 1	3	0*	3	0*
Painel 2	4	1*	1*	0*
Painel 3	2*	2	0*	0*
MÉDIA	3,0	1,0	1,3	0

Os painéis assinalados com (\*) são os que passaram no teste.

**Tabela 3.** Valores médios do módulo de ruptura (MOR) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão ( $s(m)$ ).

REPETIÇÃO	E.saligna		E.triantha	
	MOR ( $gf/cm^2$ )	$s(m)$	MOR ( $kgf/cm^2$ )	$s(m)$
Painel 1	754,5	18,0	725,8	13,5
Painel 2	695,0	51,0	682,5	15,6
Painel 3	623,5	38,7	643,8	58,9
MÉDIA	691,0	25,8	684,0	21,2

O valor obtido por repetição é a média de 4 corpos de prova. A umidade média dos corpos de prova foi de 11,0%, variando de 10,4% a 11,5%.

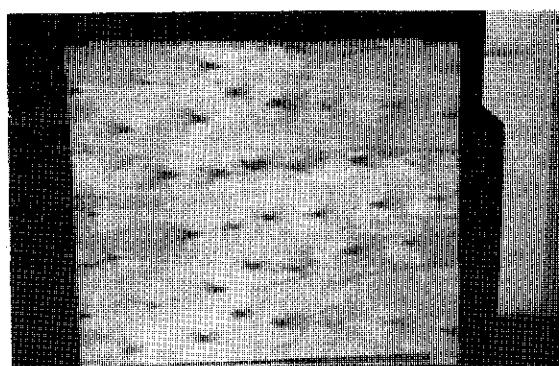


Figura 5: Painel manufaturado com madeira de Eucalyptus saligna.

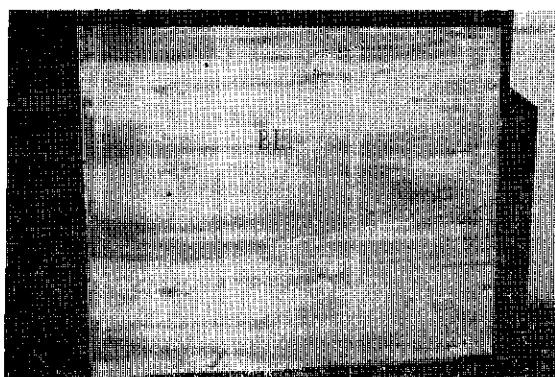


Figura 6: Painel manufaturado com madeira de Eucalyptus triantha.

A resistência à flexão estática é semelhante para as duas espécies, com valores superiores aos obtidos para o guapuruuvú (467,0 kgf/cm<sup>2</sup>) por RICHTER, TOMASELLI & MORESCHI (1975); e para araucária (551,0 kgf/cm<sup>2</sup>) por FREITAS & HAYASHIDA (1972).

A qualidade da linha de colagem diferiu em função da espécie, com o *E. triantha* mostrando-se superior ao *E. saligna*. Deve-se considerar porém, que foi experimentada uma única formulação do adesivo, e que provavelmente a diminuição na porcentagem de extensor ou um aumento na pressão específica irão melhorar a qualidade da colagem.

Mesmo não tendo sido estudadas outras variáveis do processamento, como formulações do adesivo ou condições da prensagem, é possível concluir com base nos resultados obtidos que é viável produzir compensados utilizando como matéria-prima a madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus triantha*. Não será difícil obter painéis para fins estruturais ou mobiliário, principalmente com a possibilidade de aplicar u'a lâmina decorativa na superfície do painel.

Todavia, é importante ressaltar a necessidade de estudos mais detalhados para resolver os problemas relacionados à secagem das lâminas e ao processo de colagem, para possibilitar um melhor aproveitamento dessa fonte de matéria-prima.

## 5. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas deste experimento não podem ser consideradas definitivas, pois o trabalho foi desenvolvido em caráter exploratório. Assim, é mais plausível ressaltar as indicações mais importantes, baseadas nos resultados obtidos.

a) o principal problema durante a laminação é a existência de rachaduras nos topo das toras. A provável solução está na forma de estocagem das toras;

b) a maior parte das lâminas consideradas inadequadas à manufatura de compensados tiveram como causa da rejeição as rachaduras, oriundas de toras já rachadas ou provocadas pela secagem inadequada das lâminas. Esse problema pode ser minimizado, impedindo que as toras rachem durante o armazenamento e/ou secando cuidadosamente as lâminas.

c) a madeira de eucalipto possui potencial para ser utilizada na manufatura de painéis compensados, bastando para tal selecionar as espécies mais aptas e aprimorar a tecnologia existente;

d) o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus triantha* são espécies aptas para a utilização na manufatura de compensados.

## 6. RESUMO

Testaram-se 6 espécies de eucaliptos (*E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. grandis*) na manufatura de painéis compensados. Os principais defeitos foram as rachaduras no topo das toras e o colapso durante a secagem das lâminas. De apenas 2 espécies (*E. triantha* e *E. saligna*) foram obtidas lâminas de qualidade razoável. Os compensados produzidos com essas duas espécies apresentaram valores semelhantes de resistência à flexão estática, porém a linha de cola do painel de *E. triantha* mostrou ser mais resistente à umidade.

A principal conclusão é que a madeira de eucalipto possui potencial para ser utilizada na manufatura de painéis compensados, bastando para tal selecionar as espécies mais aptas e aprimorar a tecnologia existente.

## 7. BIBLIOGRAFIA CITADA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL — **Annual book of ASTM standards.** Part 16 (wood, adhesives). Philadelphia, ASTM, 1973.

F.A.O., Bruxelas. — **Actas de la consulta mundial sobre paneles a base de madera.** Miller Freeman Publications, San Francisco, 1975. 454p.

F.A.O., Roma — **Eucalyptus for planting.** FAO Forestry Series nº 11.1979. 677p.

FEIHL, O. & V. GODIN. — **Setting veneer lathes with aid of instruments.** Ottawa, Canadian Forestry Service, 1970. 41p.

FREITAS, A.R. & K.HAYASHIDA. — 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. — Manufatura de painéis compensados com madeira de *Eucalyptus* spp: resultados preliminares. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, 82:1-4. 1979.

LUTZ, J.F. — **Techniques for peeling, slicing and drying veneer.** Madison, Forest Products Laboratory, 1974. 64p.

MCMILLAN, W.P. — Reconstituted wood products. In: Hillis, W.E. & A.G. Brow — **Eucalypts for wood production.** Canberra, C.S.I.R.O., 1978. 317-21.

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

SUTULA, P.R., coord. — **Harward and decorative plywood.** Washington, National Bureau of Standards, 1972. 16p.

WALLIS, N.K. — **Australian timber handbook.** Sidney, Halstead Press, 1970. 340p.

## 8. AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Engº Florestal ANTONIO JOSÉ MIGLIORINI, do corpo técnico do IPEF, pela colaboração na implantação deste trabalho, e à CIA. SUZANO DE PAPEL E CELULOSE por ter cedido a madeira.