

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS

CONVÊNIO:

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
DEPTO. SILVICULTURA – ESALQ  
E  
INDÚSTRIAS LIGADAS AO SETOR FLORESTAL

BOLETIM INFORMATIVO  
ESPECIAL

ASPECTOS DA UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO BRASIL – SEU  
APROVEITAMENTO EM SERRARIA

Volume 4	Nº 12	julho, 1976	Circ. Interna	Pág. 1-23
----------	-------	-------------	---------------	-----------

# ÍNDICE

## 1. INTRODUÇÃO

## 2. RAZÕES DO INSUCESSO DA UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA

- 2.1. Uso de espécies inadequadas
- 2.2. Utilização precoce das árvores
- 2.3. Escassez de informações sobre o manejo de povoamentos de eucalipto para produção de madeira de desdobro
- 2.4. Estudos genéticos, sem considerar a qualidade da madeira para serraria
- 2.5. Problemas ligados à tecnologia

## 3. MEDIDAS PRECONIZADAS PARA O ÊXITO DA UTILIZAÇÃO DO EUCALIPTO COMO MATERIAL DE SERRARIA

- 3.1. Utilização de espécies adequadas
- 3.2. Desdobro de árvores de maiores idades
- 3.3. Método de desdobro apropriado
- 3.4. A secagem controlada da madeira desdobrada
- 3.5. Outras técnicas

## 4. BIBLIOGRAFIA CITADA

# ASPECTO DA UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO NO BRASIL – SEU APROVEITAMENTO EM SERRARIA (\*)

A. Paulo M. Galvão(\*\*)

## SUMMARY

This paper deals with the utilization of Eucalyptus wood in Brazil. The feasibility of sawing Eucalyptus is discussed.

Suitable species, age of trees, silvicultural operations and management, genetic improvement without considering end uses and performance requirements of products, properly processing, kiln drying and manufacturing are pointed out as reasons for success or failure in the utilization of Eucalyptus wood in Brazil:

## RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho analisa a utilização de Eucalyptus sp como matéria-prima para serraria, discutindo as razões dos insucessos observados e preconizando medidas para assegurar o êxito tanto no desdobro como no uso da sua madeira.

A utilização do eucalipto na indústria de móveis, pisos, construção civil, dentre outras, é viável desde que se considere o seguinte:

- a) uso de espécies com características favoráveis ao desdobro e de acordo com as exigências do produto final a ser obtido;
- b) desdobro de toras provenientes de árvores com mais de 30 anos de idade;
- c) emprego de métodos de desdobro que permitam obter peças radiais;
- d) secagem controlada em estufas, à umidade de equilíbrio média da madeira no local de uso;
- e) tolerância construcional e revestimentos que reduzam as oscilações higroscópicas da madeira.

Preconiza-se o estudo de técnicas de manejo que permitam a obtenção de toras de boa qualidade para serraria, assim como, recomenda-se que o melhoramento genético considere também as características físico-mecânicas da madeira levando em conta as exigências do produto final visado.

A produção de madeira de eucalipto como matéria-prima para fins múltiplos, por exemplo, para utilização na indústria de papel, chapas e ou serraria, é considerada uma alternativa viável. Entretanto, por envolver diferentes setores da ciência florestal, o assunto deve ser pesquisado por equipes de especialistas em anatomia, tecnologia, melhoramento e manejo florestal, dentre outros.

## 1. INTRODUÇÃO

Para determinadas aplicações da madeira, procura-se selecionar espécies capazes de atender às solicitações exigidas pelo uso. Por exemplo, para pisos, além do aspecto

---

(\*) Trabalho apresentado na reunião conjunta do IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais) na RIOCELL – Rio Grande Cia. de Celulose do Sul – Rio Grande do Sul

(\*\*) Prof. Ass. Dr. – Curso de Engenharia Florestal USP/ESALQ

decorativo, e necessário boa estabilidade dimensional, alta dureza e resistência à abrasão e compressão. Assim, dentre numero sas espécies, o ipê, a sucupira e o amendoim estariam aptas à utilização mencionada, pois, possuem as propriedades físico-mecânicas exigidas.

Há, entretanto, escassez generalizada das espécies mais tradicionais, com preços cada vez mais elevados. Essa situação tem forçado o emprego de madeiras de qualidade inferior, em diferentes usos. Nessas condições, as espécies do gênero Eucalyptus têm sido cogitadas, principalmente, por apresentarem rápido crescimento, fornecendo madeira a idades reduzidas.

Contudo, tem havido insucessos na utilização da madeira de eucalipto, mas, há exemplos que indicam claramente a viabilidade do seu uso para os mais variados fins, como ilustra a figura 1.

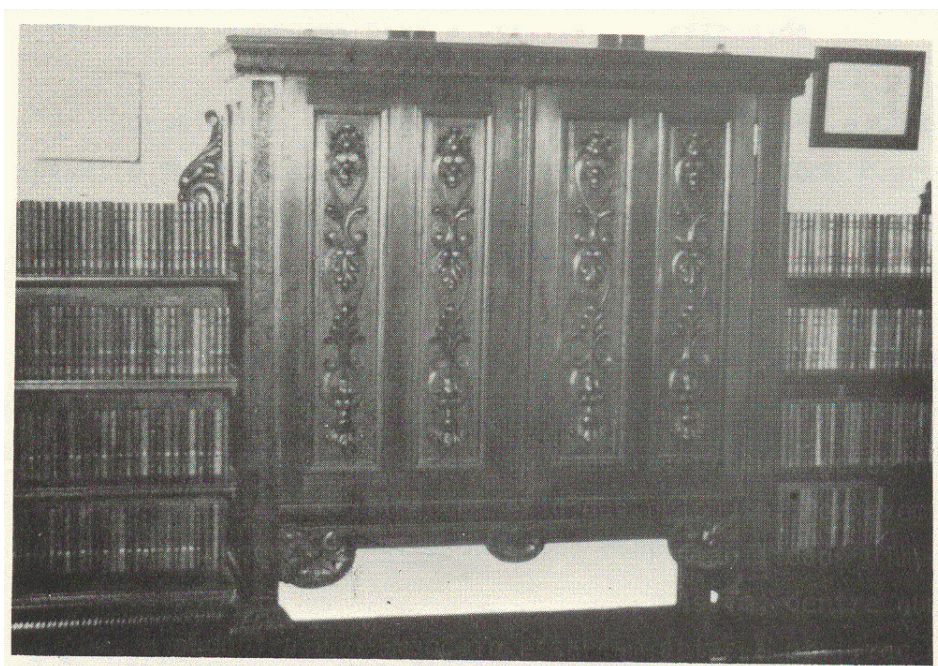


Figura Nº 1 – Móvel manufacturado com madeira de E. citriodora. (Museu do Horto Florestal de Rio Claro).

## 2. RAZÕES DO INSUCESSO DA UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA

O emprego do eucalipto como madeira para serraria tem sido geralmente inviável, no Brasil, por diversos fatores. O uso de espécies inadequadas, utilização precoce das árvores, escassez de informações sobre o manejo de povoamentos para serraria, estudos genéticos sem considerar a qualidade da madeira para desdobro e problemas ligados à tecnologia, concorrem para o insucesso observado.

Como se pode depreender das considerações iniciais, o sucesso da utilização principal pela produção de madeira da melhor qualidade possível para um fim específico, terminando pelo seu processamento tecnológico correto.

### 2.1. Uso de espécies inadequadas

De um modo geral, pode-se afirmar que as toras de Eucalyptus tem sido indistintamente desdobradas e o material usado sem considerar-se as aptidões das diferentes espécies para a utilização pretendida.

Normalmente, as indústrias de celulose, papel e chapas, tem influenciado o plantio de determinadas espécies de eucalipto, como E. urophylla, E. saligna e E. grandis. Como consequência, também os estudos sobre eucalipto tem sido ligados ao setor de chapas, celulose e papel.

Dessa forma, não se tem efetuado estudos sistemáticos sobre as possibilidades tecnológicas de espécies que poderiam ser utilizadas, com sucesso, no setor de serração. Apenas desdobram-se e utilizam-se as espécies mais comumente encontradas e que, freqüentemente não são as mais adequadas. Ocasionalmente, desdobra-se o E. citriodora ou outra espécie apta.

## 2.2. Utilização precoce das árvores

O rápido crescimento das espécies de eucalipto, em relação a essências nativas, induz ao aproveitamento de árvores ainda jovens. O Quadro 1 ilustra essa característica.

Quadro 1 – Diâmetro (D) e altura (A), em metros, de eucalipto a diferentes idades, em relação a várias essências florestais nativas. Adaptado de ANDRADE (1961).

Espécie	6 anos		12 anos		30 anos	
	D	A	D	A	D	A
Cabreuva	0,04	3,90	0,08	7,26	0,27	17,30
Cangerana	0,07	3,80	0,12	6,65	0,23	15,00
Caviúna	0,05	7,25	0,13	13,50	0,21	20,95
Cedro	0,07	3,45	0,12	6,92	0,24	16,00
Ipê roxo	0,03	3,77	0,04	5,05	---	---
Jacarandá	0,02	1,32	0,06	2,40	0,23	17,88
Jatobá	0,06	3,82	0,08	5,02	0,15	14,00
Jequitibá	0,07	5,55	0,09	9,44	0,32	17,30
Peroba	0,04	2,60	0,09	7,46	0,26	16,30
Tamboril	0,07	3,84	0,13	7,66	0,29	21,00
Eucalipto	0,13	13,60	0,21	21,10	0,45	37,30

## 2.3. Escassez de informações sobre o manejo de povoamentos de eucalipto para produção de madeira de desdobro

Inexistem no Brasil, trabalhos publicados, sobre o manejo de povoamentos de eucalipto, visando a produção de madeira para serraria. O livro “O Eucalipto” de ANDRADE (1961), que reunia tudo o que havia sobre aquela essência no país, não menciona nenhuma pesquisa destinada especificamente a estudar o seu manejo para produzir madeira de serraria. Encontram-se somente referências de práticas silviculturais para povoamentos destinados à produção de celulose, carvão e lenha.

Atualmente, existem apenas opiniões e sugestões a respeito do assunto. Por exemplo, MELLO (1965), sugere espaçamentos iniciais de 3,0 x 2,5 m com desbastes posteriores. Entretanto, na África do Sul, relatado por RAMOS (1973), faz-se o manejo de povoamentos de eucalipto, visando madeira para celulose e serraria. Adotam-se

espaçamentos iniciais, que variam de 3,65 x 3,65 m a 2,44 x 2,44 m, sendo utilizada a desrama artificial visando melhorar a qualidade da madeira produzida.

As razões que tem conduzido ao estudo exclusivo de técnicas silviculturais, visando a produção de outros produtos, que não madeira para desdobro, são várias. A antiga Companhia Paulista de Estrada de Ferro, que iniciou os estudos sobre o eucalipto, no Brasil, tinha por objetivo básico a produção de lenha para suas locomotivas. A demanda por estudos específicos para produção de matéria-prima para celulose, chapas e carvão, surgiu posteriormente, com o aparecimento de indústrias. É fácil deduzir que essas solicitações parte de empresas bem organizadas, as quais fazem, normalmente, projeções para o futuro, a respeito não só de quantidade mas também de qualidade da matéria-prima.

Por outro lado, as serrarias caracterizam-se por um nomadismo exploratório. Essas indústrias, geralmente, acompanham a exploração destrutiva da floresta. Geralmente, pertencem a pequenos proprietários ou pequenas empresas que não tem na técnica ou no planejamento o seu forte.

Atualmente, com o distanciamento das fontes de matéria-prima, elevando os custos de transporte e a escassez das boas espécies, com a conseqüente elevação de seus preços, observa-se a tendência generalizada de empresas, de médio e grande porte, entrarem no ramo de serração de eucalipto. Nessas circunstâncias, passa a existir a necessidade de informações sobre o manejo dessa essência.

#### 2.4. Estudos genéticos, sem considerar a qualidade da madeira para serraria

Nota-se, no que diz respeito à qualidade da madeira, uma escassez de estudos genéticos, visando melhorar as espécies para produção de madeira para desdobro e processamento. Uma das razões é o desconhecimento do real significado do termo “Qualidade da madeira”. A esse respeito, é conveniente mencionar o conceito elaborado por MITCHEL (1960, 1961), de acordo com ENGLERTH (1966): “qualidade da madeira é uma combinação de características físicas e mecânicas de uma árvore ou de suas partes, que permitem a melhor utilização da madeira para um fim visado”. Portanto, as características físicas e mecânicas capazes de dar ao produto manufaturado o desempenho desejado em uso, é que devem ser o objetivo do melhoramento visado.

Percebe-se do exposto, que trabalhos de melhoramentos são complexos e, somente terão êxito, se executados por uma equipe da qual participem o melhorista, o anatomista, o técnico em manejo e o tecnólogo. O trabalho isolado levará, inevitavelmente, a uma rua sem saída. As outras razões da escassez desse tipo de pesquisas são: sua complexibilidade, falta de técnicos capacitados em número adequado e a falta de solicitação, por parte de empresas organizadas, já discutidas anteriormente.

#### 2.5. Problemas ligados à tecnologia

O s problemas ligados à tecnologia da madeira do eucalipto, em nosso país, e que tem levado ao insucesso de sua utilização são a falta de pesquisas e informações tecnológicas sobre o eucalipto e o processamento empírico da sua madeira, desprezando os poucos dados já existentes.

##### 2.5.1. Falta de pesquisas e informações

São realmente escassas as pesquisas e dados sobre a madeira de eucalipto, com matéria-prima para desdobro. As suas causas são:

- a) reduzida demanda de pesquisas sobre o desdobro e utilização do eucalipto;
- b) as empresas de celulose e chapas absorvem grande parte da capacidade de trabalho das instituições de pesquisa, enquanto as indústrias de serração a tem geralmente dispensado. As razões foram anteriormente discutidas.
- c) escassez de tecnologistas.
- d) falta de recursos financeiros para a compra de equipamentos de pesquisas tecnológicas, geralmente, de alto custo.

### 2.5.2. Processamento empírico

O eucalipto tem sido desdobrado, processado e utilizado, sem levar-se em conta as características pouco favoráveis da sua madeira. As poucas informações disponíveis não tem sido aproveitadas. É oportuno observar que, mesmo na Austrália, o eucalipto é trabalhado com certos cuidados. Por exemplo, o seu desdobro é feito, seguindo técnicas especiais, que levam em conta a sua elevada instabilidade dimensional e a propensão em apresentar defeitos de secagem.

Em nosso país, os dados tecnológicos existentes não tem sido devidamente aplicados por desconhecimento, falta de pessoal qualificado para a sua aplicação e mercado pouco exigente quanto à qualidade do produto final. Entretanto, observa-se, atualmente, uma nova tendência, caracterizada pelo crescente interesse em aplicar novas técnicas.

## 3. MEDIDAS PRECONIZADAS PARA O ÊXITO DA UTILIZAÇÃO DO EUCALIPTO COMO MATERIAL PARA SERRARIA

O sucesso do eucalipto como material de serraria, pode ser alcançado, principiando-se pela utilização de árvores de espécies adequadas e com idade convenientes, cujas toras devem ser desdobradas de acordo com métodos que levem em conta as características de sua madeira.

A secagem controlada a umidades apropriadas para a região de uso, aliada a detalhes de manufatura e acabamento completam as medidas capazes de assegurar o sucesso da utilização da madeira do eucalipto para os mais variados fins.

### 3.1. Utilização de espécies adequadas

Deve-se, inicialmente, considerar que as informações disponíveis a respeito das espécies mais indicadas são, no Brasil, mais o resultado de observações pessoais do que de pesquisas sistematicamente conduzidas. Entretanto, elas são as únicas disponíveis e devem ser utilizadas, até o aparecimento de outras informações. Assim, ANDRADE (1961) indicava para vigas, postes e caibros, as espécies de E. thrianta, E. paniculata, E. pilularis, E. punctata, E. robusta, E. camaldulensis, E. tereticornis, E. maculata e E. citriodora MELLO (1965) considerava como viáveis para a construção civil, marcenaria e serraria em geral, as espécies E. citriodora (figura 2), E. maculata e E. paniculata. O Eucalyptus grandis tem sido plantado e utilizado para serraria na República da Zâmbia, África, enquanto o E. cloeziana tem sido cultivado para o mesmo fim, de acordo com ADLERS (1975).

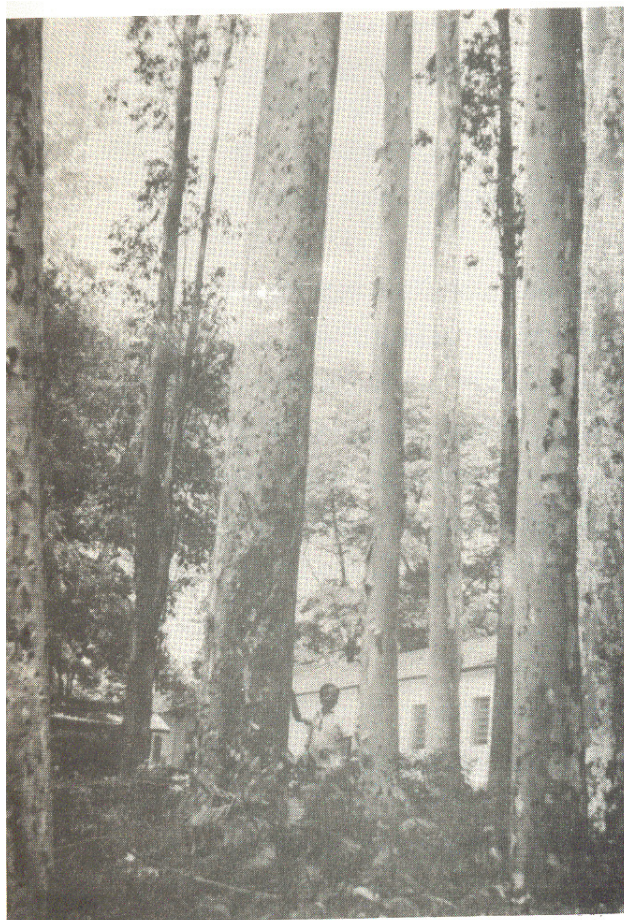


FIGURA N° 2 – Eucalyptus citriodora com cerca de 50 anos

O E. grandis encontra adeptos na África do Sul, sendo utilizado para a produção de madeira serrada, conforme relata RAMOS (1973).

Relaciona-se a seguir, para exemplificar, algumas espécies de eucalipto e suas utilizações na Austrália, de acordo com dados extraídos de WALLIS (1963), pode-se inferir que as espécies em questão, apresentam possibilidade de cultivo em nosso país e seria interessante verificar devidamente as suas aptidões como madeira de serraria e para celulose e chapas.

<u>Espécies</u>	<u>Utilizações</u>
<u>E. regnans</u> .....	pisos, marcenaria, móveis e laminados
<u>E. viminalis</u> .....	marcenaria, pisos, cabos de ferramenta e construções
<u>E. botryoides</u> .....	construção civil
<u>E. pilularis</u> .....	pisos, construção civil

Deve-se considerar que estudos sobre as possibilidade de utilizações múltiplas das espécies mencionadas e, outras julgadas convenientes, poderiam abrir novas perspectivas para o eucalipto. Pesquisas desse tipo devem contar com especialistas em manejo, que indicariam as técnicas adequadas à obtenção de matéria-prima para celulose, chapas e desdobra e com o melhorista, que procuraria obter plantas, capazes de atender as diferentes



finalidades visadas, além do tecnologista, que estudaria as possibilidades tecnológicas das madeiras produzidas.

O trabalho de FOELKEL e colaboradores (1975) é uma pesquisa de abertura, pois mostra as possibilidades do uso do E. citriodora e E. maculata na produção de celulose.

### 3.2. Desdobro de árvores de maiores idades

ANDRADE (1961) considera que 30-40 anos são adequados à utilização do eucalipto para serraria. Na Austrália, é prática adotada, não se utilizar eucaliptos com menos de 25 anos para vigamentos, construções e dormentes, conforme relato de ANDRADE (1928).

Na prática, observa-se a facilidade de toras e toretes de árvores novas apresentam, de rachar-se ou fender-se durante ou após o desdobro. Esses defeitos estão relacionados a tensões oriundas do crescimento e que se encontram nas árvores jovens.

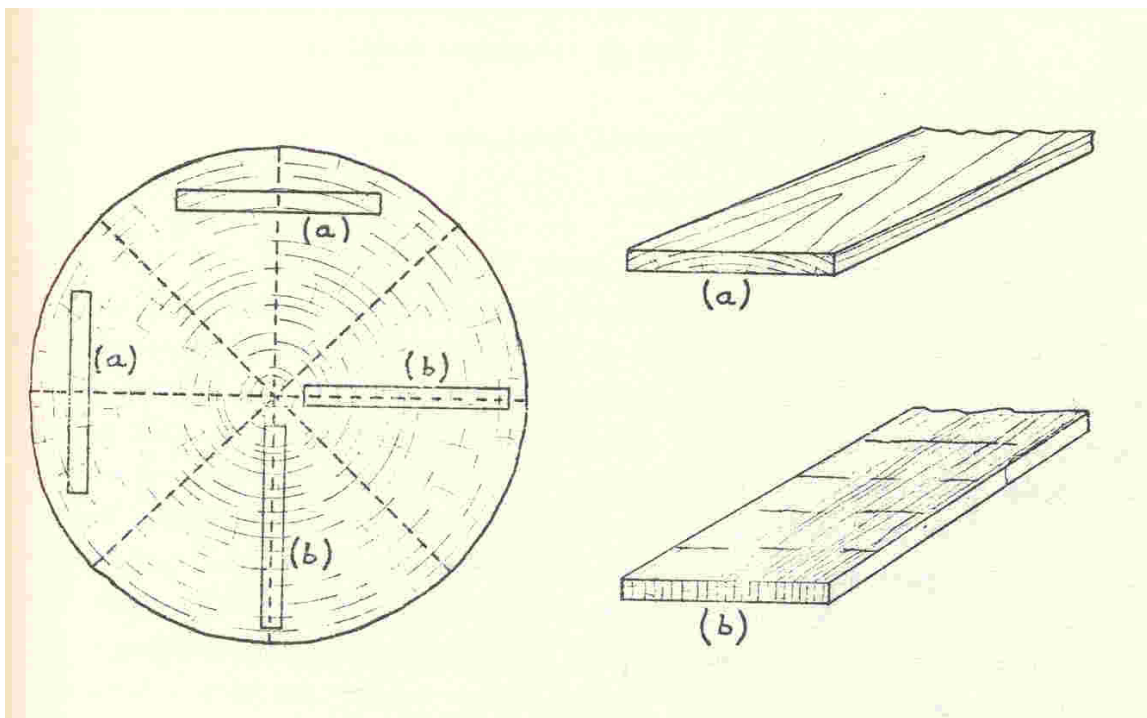
TIEMANN (sem data), citado por ANDRADE (1961) considera que as árvores de árvores de E. globulus, com diâmetros inferiores a 60 cm, apresentam tensões internas, responsáveis pelo aparecimento de fendas nas peças dobradas. O aparecimento desses tipos de defeitos é consequência da utilização de árvores demasiadamente novas, embora de boas dimensões.

Por outro lado, na África do Sul, o E. grandis proveniente de desbastes, tem sido utilizado a partir da idade de 7-8 anos, com diâmetro de no mínimo 18 cm, conforme relata RAMOS (1973). O desdobro, nesse caso, obedece a técnicas especiais, visando evitar o fendilhamento e empenamento após o corte. Entretanto, o autor não menciona os defeitos observados, nem sua frequência. Em Zâmbia, de acordo com ADLERS (1975), o E. grandis é utilizado para desdobro, com idades de 8 anos e diâmetros variando de 15-35 cm. A técnica de desdobro, parece ser semelhante à África do Sul. Este último autor relata defeitos como empenamento longitudinal, que aparecem no desdobro, quando as tensões do crescimento estão sendo aliviadas e, também, rachas de topo. Esses defeitos tendem a se tornarem mais frequentes, quando a madeira é desdobrada com mais de 3 semanas depois da derrubada das árvores.

### 3.3. Método de desdobro apropriado

O desdobro apropriado é fator importante para o sucesso da utilização do eucalipto. Porém, é conveniente caracterizar o que sejam os raios lenhosos, anéis de crescimento, peças radiais e peças tangenciais, antes de discutir-se as técnicas de desdobro.

Os raios lenhosos e os anéis de crescimento podem ser observados, em algumas espécies, cortando-se transversalmente o tronco das árvores (figura 3). Os raios podem surgir como cordões ou fios, unindo o centro do fuste à casca, enquanto os anéis de crescimento aparecem como anéis concêntricos de madeira mais escura. As tábuas verdadeiramente radiais apresentam nos topos, os anéis de crescimento dispostos segundo um ângulo reto com a largura. No topo das tábuas tangenciais, os anéis, são aproximadamente paralelos à largura. Nas faces correspondentes às larguras, os desenhos formados pelos anéis são típicos, como se pode verificar na figura 3, que também mostra os raios e peças radiais (a) e tangenciais (b).



**FIGURA 3** – Representação esquemática de peças tangenciais (a) e radiais (b), podendo-se observar a posição dos raios e dos anéis de crescimento em relação à face correspondendo a largura das pranchas.

Na prática, entretanto, considera-se como peça radial, aquela em que a inclinação média dos anéis de crescimento, em relação à largura, é maior que 45°.

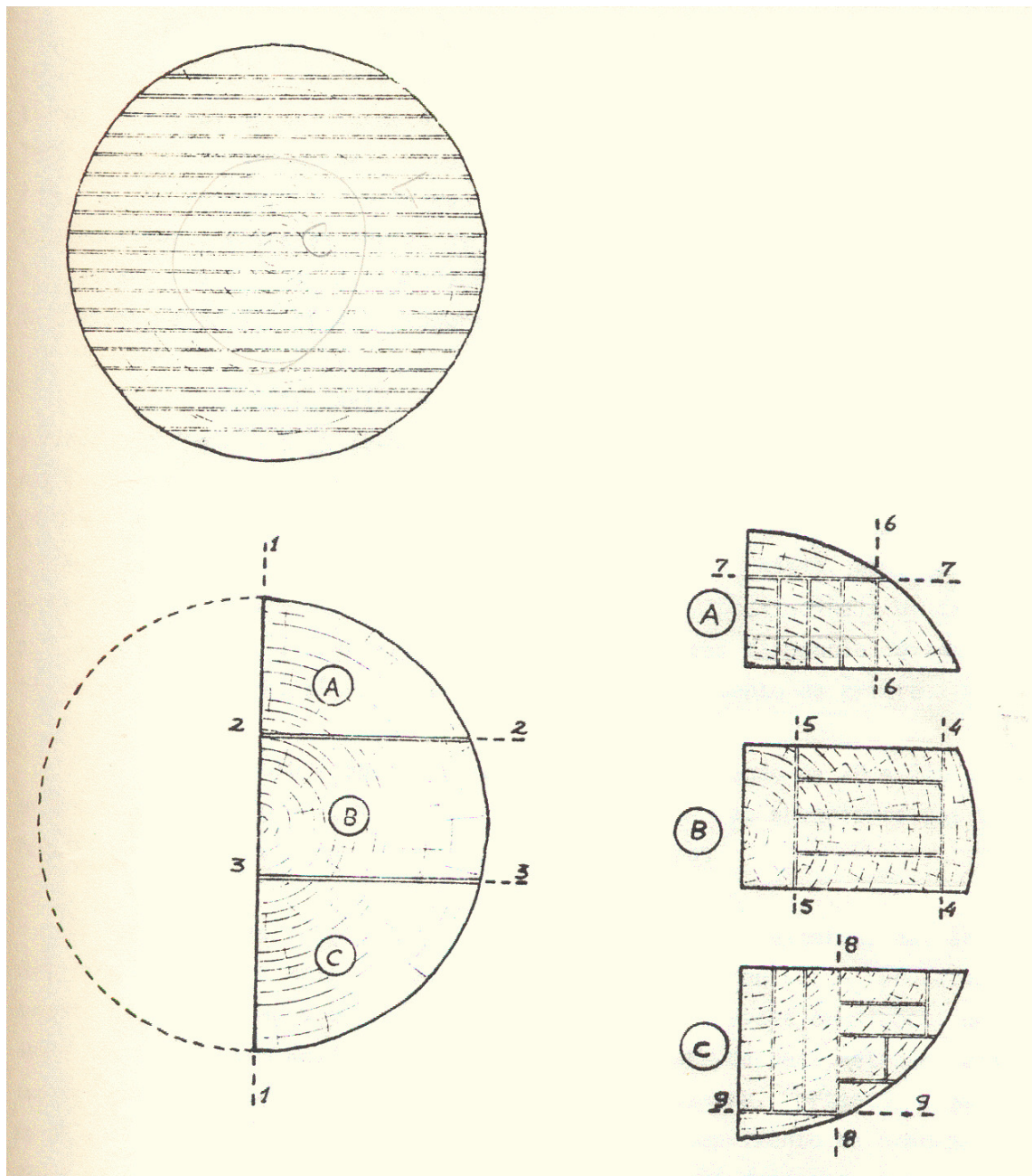
Para ilustrar a importância do plano estrutural, peça radial ou tangencial, no comportamento da madeira em uso, suponha-se duas tábuas de *E. tereticornis* de 30cm de largura, sendo uma radial e outra tangencial. De suas condições verdes até sua secagem ao ar essas peças devem apresentar, aproximadamente, as seguintes retrações:

- a) tábua radial de 12mm;
- b) tábua tangencial de 24mm.

Portanto, uma tábua tangencial movimenta-se ou “trabalha” o dobro da radial.

No desdobro das toras de eucalipto, deve-se procurar obter a maior quantidade possível de madeira radial, que tem menor possibilidade de apresentar defeitos de secagem por se movimentar menos. Entretanto, esta é uma prática que tem sido sistematicamente ignorada em nosso meio. Alega-se que os métodos de desdobro para obtenção de madeira radial são mais caros, e, com menor produção e rendimento de madeira serrada, em relação ao método de cortes paralelos ou toro desfiado. Contudo, na Austrália, os métodos radiais são os indicados e efetivamente utilizados na serração da madeira de eucalipto, conforme relata WALLIS (1963). O menor rendimento e produção, são largamente compensados por uma redução de defeitos das peças obtidas e seu melhor comportamento em uso. Dentre outros, a peça radial apresenta as seguintes vantagens sobre a tangencial: menor instabilidade na largura, menores possibilidades de aparecimento de defeitos na secagem e melhor acondicionamento, caso ocorra o colapso.

Detalhes a respeito dos métodos, podem ser encontrados em WALLIS (1963). A figura 4 ilustra o método do toro desfiado e o método radial australiano. Observa-se que a maioria das peças obtidas quando se utiliza este último método são radiais.



**FIGURA 4** – No alto, Método do Toro desfiado; abaixo, método radial australiano para toras de 60 cm de diâmetro. Os números indicam a seqüência dos cortes. Adaptado de WALLIS (1963).

Deve-se considerar também a técnica de desdobro adotada pelos sul-africanos, que permitiria utilizar eucaliptos jovens. Conforme descreve RAMOS (1973) ela consiste, basicamente, em submeter a tora a cortes simultâneos paralelos de tal forma a obter-se o

mesmo número de pranchas de cada lado da peça. Portanto, pelo menos 2 costaneiras devem ser obtidas no primeiro corte. As rachaduras observadas no desdobro comum, originam-se do rompimento do equilíbrio entre as forças de tração e compressão, normalmente existentes nas árvores jovens. A acomodação dessas tensões, provocaria o fendilhamento e empenamento das peças dedobradas.

Entretanto, a explicação mais detalhada e técnica, é apresentada por PANSHIN & DE ZEEUW (1970), que discutem as tensões de crescimento nas árvores, baseados, principalmente em pesquisas de BOYD (1950), CHALK (1962), JACOBS (1945, 1965). Essas tensões originam-se de uma ligeira retração no comprimento das células, na última fase de sua maturação. Assim, há três tipos de tensões nas árvores em desenvolvimento: tensões longitudinais de tração (paralelas às fibras), tensos compressivas na direção tangencial e tensões de tração na direção radial. Elas aumentam com o crescimento da árvore.

BOYD (1950), verificou tensões variando de 70 a 210 kg/cm<sup>2</sup> em fustes de eucalipto. Como se pode observar, elas são superiores aos valores das cargas de ruptura na tração normal às fibras.

As trações longitudinais, nas camadas externas das árvores, comprimem os tecidos mais velhos na direção do centro do fuste, produzindo um aumento da compressão à medida que o tronco cresce. Nessas condições, no desdobro das toras, as camadas de madeira mais externas da peça retraem-se longitudinalmente, enquanto as da região interna expandem-se. Portanto, o empenamento aparece em consequência da desigualdade de comprimento na prancha resultante das tensões não balanceadas que se manifestam no desdobro. Assim, as peças tem a tendência de apresentarem empeno longitudinal, com a parte côncava do lado da casca, conforme mostra a figura 5. Pranchas retidas ao longo do centro das toras, tendem a fender-se ao longo da medula, de extremidade a extremidade.

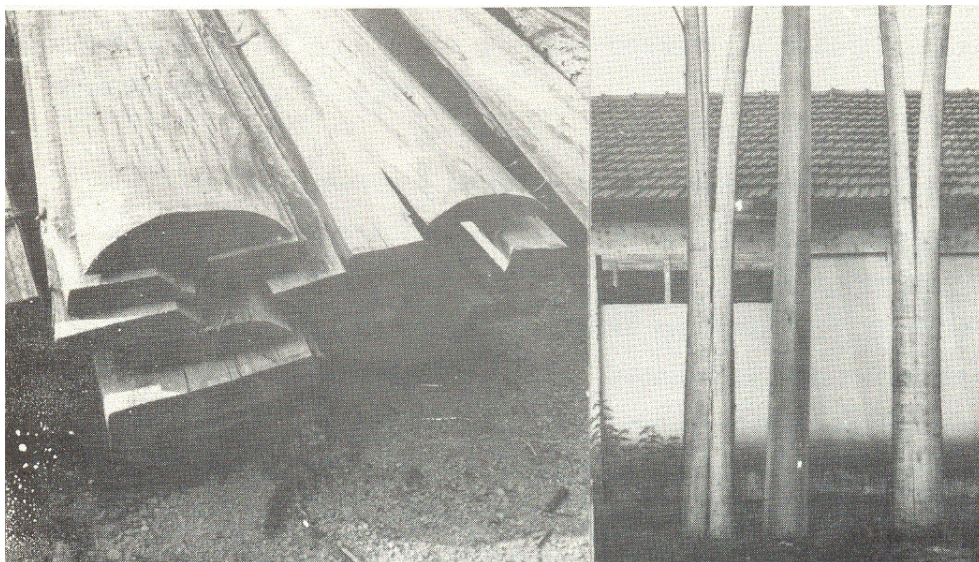


FIGURA 5 – Defeitos resultantes de tensões de crescimento em toras e pranchas de E. saligna de 15 anos de idade.

Face ao exposto, pode-se concluir da necessidade de pesquisas sobre a viabilidade do desdobro de árvores jovens. Isto porque, mesmo evitando-se os defeitos que aparecem no desdobro, devido a tensões de crescimento, o método sul-africano irá produzir,

principalmente madeira tangencial que apresenta maiores problemas de secagem e maior instabilidade dimensional durante o uso, como já se discutiu.

### 3.4. A secagem controlada da madeira desdobrada

Normalmente, a madeira de eucalipto apresenta problemas de secagem. A secagem deve ser feita, cuidadosamente, em estufas ou secadores que permitam, em qualquer época do ano, ajustar o teor de umidade a um valor médio, que leva em consideração as flutuações da umidade de equilíbrio da madeira, na região em que vai ser utilizada. GALVÃO (1975) discute o problema, apresentando tabela das umidades a que se deve conduzir a madeira, para utilização em diferentes cidades do Brasil.

Esse ajustamento é especialmente importante, principalmente para a madeira de eucalipto que apresenta alta instabilidade dimensional. Exemplifique-se com dados para a cidade de Porto Alegre, que apresenta umidades de equilíbrio<sup>(\*)</sup> variando em média, de 12,9% em janeiro a 17,4% em junho. Portanto, a variação total seria de 4,5%. Suponha-se uma tábua tangencial de 30cm de largura de E. tereticornis, que tenha secado até 13% de umidade. Quando em uso, como consequência do aumento da umidade, ocorreria um inchamento que poderia atingir até cerca de 7 milímetros, no mês de junho. Portanto, a variação total seria de 4,5%. Suponha-se uma tábua tangencial de 30cm de largura de E. tereticornis, que tenha secado até 13% de umidade. Quando em uso, como consequência do aumento da umidade, ocorreria um inchamento que poderia atingir até cerca de 7 milímetros, no mês de junho. Entretanto, se a secagem for tecnicamente conduzida para valores de umidade de, aproximadamente, 14,9%, a variação dimensional máxima estaria reduzida à metade, isto é, 3,5 mm.

É oportuno considerar que na prática, observa-se a utilização da madeira de eucalipto que, apesar de aparentemente seca, possui na realidade umidade superiores a 30%. Nessas condições, a retração da madeira em uso alcançaria valores superiores a 20 mm, para o caso do exemplo anterior.

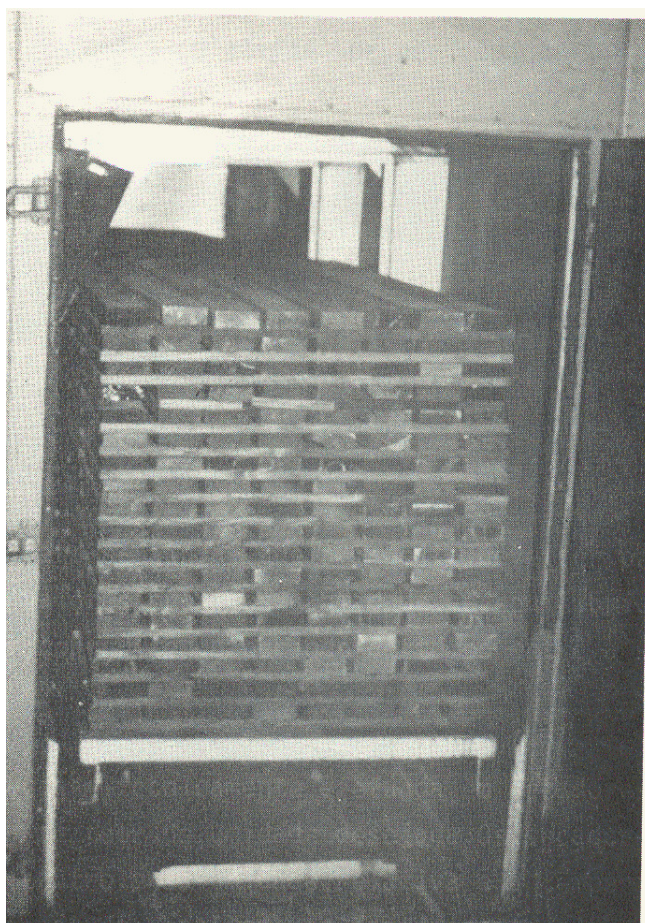
As consequências das movimentações descritas são: rachaduras, aparecimento de frestas em pisos e móveis, portas que não se fecham, gavetas que não correm, pregos e colagens que se soltam, dentre outros defeitos.

Considere-se ainda, que a madeira deve ser processada, enquanto se encontra com valores próximos à umidade de equilíbrio estipulada, portanto, não deve transcorrer longo período de tempo entre a secagem e a utilização.

Na secagem tecnicamente efetuada em secadores, conduz-se a madeira, passo a passo, ao teor de umidade desejada. Os secadores possuem dispositivos que permitem controlar a umidade relativa e a temperatura no seu interior. Para isso, dispõe de ventiladores destinados a circular o ar a velocidades que podem variar de 21 a 120 m/min. Temperaturas que oscilam de 40°C até 100°C são obtidas por meio de sistemas de aquecimento elétrico ou a vapor. A umidade relativa, variando de 90% até 25% é controlada por meio da temperatura, do fornecimento de vapor diretamente no ambiente do secador e da manipulação adequada da entrada e saída de ar do secador. A figura 6 mostra uma carga de madeira no interior de uma estufa de secagem.

---

<sup>(\*)</sup> A umidade de equilíbrio da madeira depende da umidade relativa e temperatura ambiental.

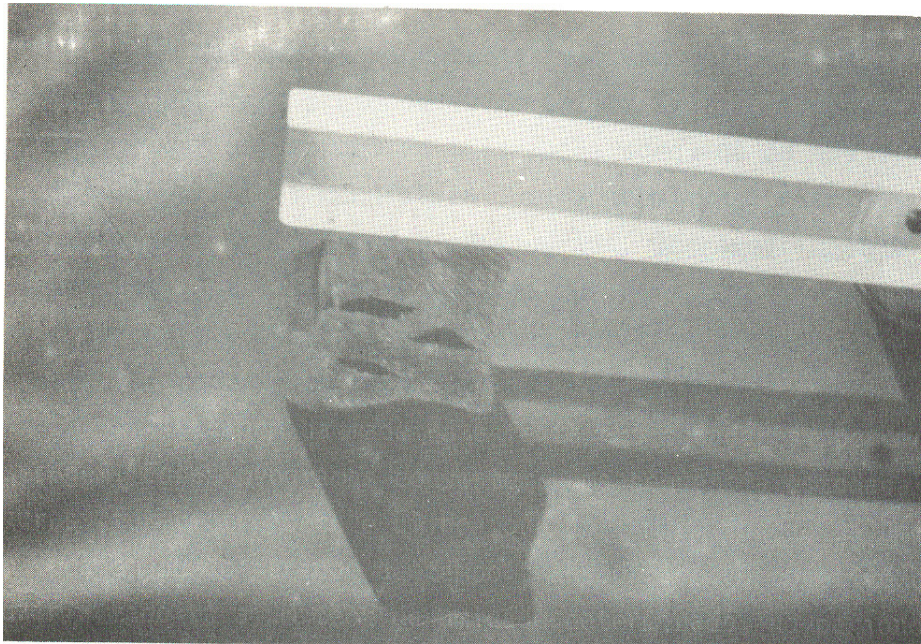


**FIGURA 6** – Secador de madeira com uma carga pronta para início da secagem controlada.

A secagem da madeira é feita nos secadores, por meio de programas de secagem. Esses programas consistem numa seqüência estudada de pares de temperatura (termômetro seco e úmido) que variam em função da umidade da madeira em secagem ou do período de tempo transcorrido. O objetivo dos programas é conduzir a madeira a um teor de umidade determinado, no período de tempo mais reduzido possível, com a menor quantidade de defeitos.

A madeira de eucalipto caracteriza-se pela necessidade de utilização de baixas temperaturas e altas umidades relativas no início da secagem, para evitar colapso. Esse fenômeno é um defeito de secagem, comum em madeira de eucalipto, ocorrendo em consequência de tensões desenvolvidas durante a fase de eliminação de água capilar da madeira em secagem. A figura 7 mostra uma peça de madeira que sofreu colapso, apresentando rachaduras em favos no seu interior.

A secagem cuidadosa evita o colapso que, entretanto, se ocorrer poderá ser eliminado da madeira seca pelo acondicionamento a temperatura de 80-100°C e altas umidades relativas por períodos de 4 a 8 horas.



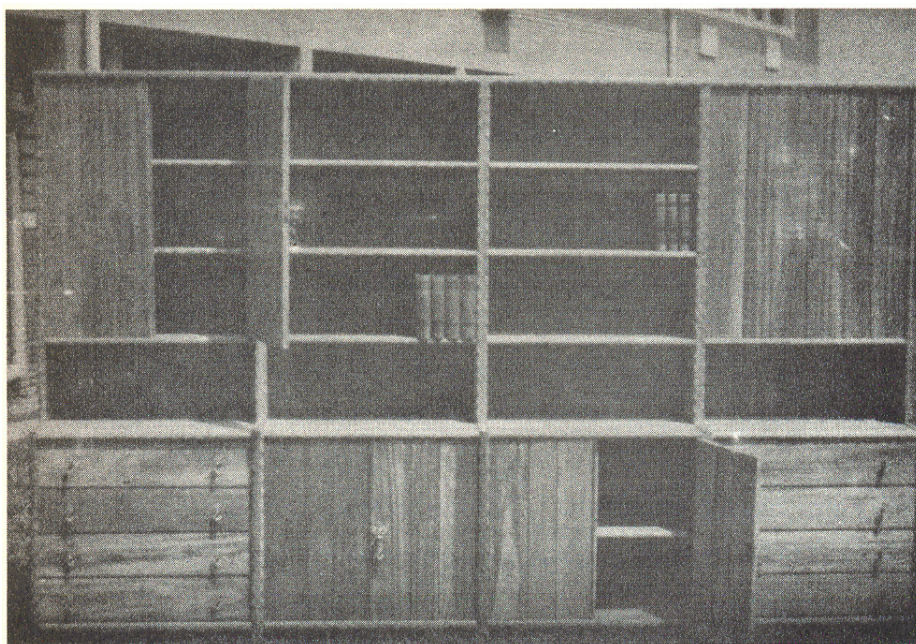
**FIGURA 7** – Peça de madeira com colapso e rachaduras em favos, defeitos que podem surgir na secagem do eucalipto.

Deve-se considerar que a secagem artificial controlada do eucalipto é recomendada também, por razões de ordem econômica, além dos motivos técnicos já discutidos. A secagem natural de eucalipto é lenta, demandando, portanto, maior capital de giro e necessidade de maiores pátios para estocagem de madeira.

Resta considerar a secagem da madeira do eucalipto pela morte da árvore em pé, pela técnica de anelamento, que consiste em retirar um anel de casca e parte do lenho para provocar a morte do vegetal. As árvores permaneceriam em secagem nessas condições, durante pelo menos 6 meses. ANDRADE (1961) relata experimento, no qual o processo foi aplicado a 35 espécies diferentes, com período de secagem de 18 meses. Apesar da madeira apresentar-se relativamente seca, a tendência ao aparecimento de defeitos com fendilhamento e rachadura não foi eliminado.

### 3.5. Outras técnicas

Além das medidas apontadas, existem outros aspectos que devem ser considerados quando se pretende utilizar com êxito a madeira de eucalipto. Assim, deve-se dar uma margem de tolerância adequada no que diz respeito a frestas e folgas durante a manufatura, para permitir a retração e inchamento previstos durante o uso na região considerada. Os revestimentos devem ser também considerados, utilizando-se aqueles que permitam diminuir a rapidez da resposta da madeira às oscilações de umidade relativa e temperatura ambiental. Assim, é possível reduzir as possibilidades de variações dimensionais da madeira sujeita a alterações climáticas.



**FIGURA 8** – Móvel experimental feito com madeira de Eucalyptus urophylla seca em estufa.

Deve-se observar, no entanto, que não existe revestimento capaz de impedir a adsorção ou perda de água para o ambiente. O revestimento apenas desacelera o processo, diminuindo a possibilidade de variações extremas. De acordo com o FOREST PRODUCTS LABORATORY (1974), a eficiência<sup>(\*)</sup> de 3 demãos de vernizes fenólicos é de 73%, enquanto a cera de móveis apresenta apenas 8%.

---

<sup>(\*)</sup> A eficiência é avaliada no período de 2 semanas. Os resultados correspondem ao aumento do peso dos corpos de prova testemunhas, menos o aumento de peso dos corpos de prova revestidos em relação ao primeiro valor, quando os mesmos passam de condições mais secas para mais úmidas.



#### 4. BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADLERS, L. - 1975 - New zambian mill saws plantation eucalyptus with gangsaw, circular saw lines. World Wood. Brussels (Belgium), 17(7): 18-21. July.
- ANDRADE, E.N. - 1928 - O eucalipto e suas aplicações. S.P. Séc. da Agric. e Com. do Est. S. P. 143p.
- ANDRADE, E.N. - 1961 - O eucalipto. 2a. ed. Jundiaí, Cia. Paulista de Estradas de Ferro. 667p.
- SOYO, J.D. - 1950 - The growth stresses, II, the development of shakes and other visual failures in timber. Australian J. Appl. Sci. 1: 296-312.
- CHALK, L. - 1962 - Wood Anatomy. Advances Sci., 18(75): 460-463.
- ENGLERTH, G.H. - 1966 - Framework of qualitative relationships in wood utilization. Madison. U.S. Forest Service, Research Paper FPL 45. 17p.
- FOELKEL, C.E.B.; L.E.G. BARRICHELO & A.F. MILANEZ - 1975 - Estudo comparativo das madeiras de Eucalyptus saligna, E. paniculata, E. citriodora, E. maculata e E. tereticornis para a produção de celulose sulfato. IPEF, Piracicaba (10):17-37. Agosto.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY - 1974 - Wood handbook. Washington, U.S. Dept. of Agric., Forest Service, Agriculture handbook No. 72
- GALVÃO. A.P.M. - 1975 - Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil – IPEF, Piracicaba (11): 53-65. Outubro.
- JACOBS, M.R. - 1945 - The growth stresses of woody stems. Commonwealth Forestry Bureau, Bull. 28.
- JACOBS, M.R. - 1965 - Stresses and strains in tree trunks as they growth in length and width. Canberra Commonwealth of Australia, Forestry and Timber Bureau, Leaflet No. 96.
- MELLO, H.A. – 1965 – Notas de aulas. Piracicaba
- MITCHEL, H.L. – 1960 – Development of and adequate concepto f Word quality for the guindance of geneticists and forest managers. Fifth World Forest Congress proc. 3: 1341-1348.
- PANSHIN, A.J. & C. de ZEEUW – 1970 – Textbook of wood technology. N.Y., Mac Graw-Hill Book Co. 705p.
- RAMOS, I. – 1973 – África do Sul horizonte floretal do Brasil. O eucalipto, madeira de serraria na África do Sul. S.P. Editora Joruês, 81p.

WALLIS, N.K. – 1963 – Australian timber handbook. Sydney. Angus & Robertson Ltd.  
391p.