

## PROPRIEDADES DE CHAPAS DE PARTÍCULAS PRODUZIDAS A PARTIR DE *Gmelina arborea* Linn. Roxb. E *Samanea saman* (Jacq.) Merr.

Edvá Oliveira Brito<sup>1</sup>  
Gilmar Correia Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

As madeiras das espécies *Gmelina arborea* e *Samanea saman* foram utilizadas para produção de chapas de partículas com granulometrias de 2,08-0,61 e 5,61-0,61 mm, utilizando adesivo uréia-formaldeído (10%). As chapas produzidas com partículas 5,61-0,61 de *G. arborea*, mostraram melhores resultados de resistência à flexão estática, enquanto que aquelas produzidas com partículas menores proporcionaram menor inchamento em espessura. As chapas produzidas a partir da madeira de *S. saman* e maior granulometria, apresentaram melhor resistência à ligação interna. As chapas produzidas a partir das espécies estudadas proporcionaram resultados que atendem os valores mínimos especificados na norma Americana CS 236-66.

**Palavras-chaves:** Chapas de partículas, *Gmelina arborea*, *Samanea saman*

### ABSTRACT

#### PARTICLEBOARDS PROPERTIES MADE FROM *Gmelina arborea* AND *Samanea saman* (Jacq.) Merr.

Wood from *Gmelina arborea* and *Samanea saman* were used for particleboard production according to 2.08-0.61 and 5.65-0.61 mm granulometry dimension. Particleboards manufactured from *G. arborea* with larger particles showed greater static bending, while particleboards manufactured with small particles size showed lowest thickness swelling. Particleboards made from *Samanea saman* (Jacq.) Merr. with larger granulometry afforded better internal bound results. It suggest that wood from both species presented satisfactory condition to manufacture particleboards.

**Key words:** Particleboards, *Gmelina arborea*, *Samanea saman*

### INTRODUÇÃO

No contexto industrial de produtos florestais, tem-se observado atualmente um crescimento contínuo na produção e diversidade de produtos economicamente acessíveis. Há também uma preocupação com a qualidade tecnológica, incluindo

aí os variados tipos de painéis (Latorraca et al., 1999). O aspecto ambiental tem sido também considerado como uma questão importante quando se considera os processos produtivos. (Braga, 2002).

O segmento produtor de painéis de madeira, especialmente de “MDF” e aglomerados, tem

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, IF/DPF, edva@ufrj.br

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, IF/DPF, gilmarcs@ufrj.br

Recebido para publicação em 2001.

demonstrado elevado dinamismo, como reflexo das altas taxas de crescimento da indústria moveleira, principal consumidor de painéis. A estabilização da economia incorporou ao mercado de móveis novas parcelas de consumidores, particularmente dos estratos representados pelas famílias de menor renda. Tal dinamismo deverá perdurar ainda por alguns anos, sendo necessária, entretanto, a realização de investimentos direcionados para a expansão e a melhoria da produtividade do parque industrial produtor de painéis, de modo a se obter maiores reduções nos preços destes produtos (Macedo & Roque, 2001).

A qualidade dos painéis de madeira, especificamente as chapas de partículas, está em função dos estudos realizados previamente sobre combinações de variáveis (granulometria de partículas, teor de adesivo, umidade, entre outros) e processos utilizados na produção das mesmas. A seleção de espécies baseada na avaliação das propriedades físicas e mecânicas, bem como seu potencial para o fornecimento de madeira em quantidade adequada, são também critérios relevantes na produção industrial (Mendes et al., 2001).

As espécies exóticas *Gmelina arborea* e *Samanea saman*, poderão ser uma alternativa como fonte de matéria-prima. Quando se pretende avaliar a qualidade da madeira, a densidade é uma das principais características a ser considerada, uma vez que está relacionada com alguns aspectos tecnológicos e econômicos muito importantes. Segundo Kelly (1977), os dois principais fatores que exercem influência na densidade das chapas de partículas são a densidade da madeira e a razão de compactação da chapa, ou seja, a relação entre densidade da chapa e a densidade da madeira. Iwakiri et al. (2001) produziram chapas de cinco espécies de pinus tropicais, encontrando os seguintes resultados: a) As chapas produzidas de *P. caribea* proporcionaram valores médios mais altos para absorção de água e inchamento em espessura; b) As chapas produzidas de *P. tecunmannii* apresentaram valores mais altos de ligação interna;

c) As propriedades mecânicas de todas as espécies estudadas foram superiores aos valores mínimos recomendados pela norma CS 236-66. Estudos envolvendo espécies de madeira não convencionais para a fabricação de chapas vêm sendo conduzidos com o intuito de aumentar o leque de opções em termos de matéria-prima, como é o caso dos trabalhos desenvolvidos por Hashim et al. (2001), Grigorius e Ntalos (2001), Fuwape & Oyagade (1999), Dix et al. (1999), Scheithauer et al. (1999).

Outra variável importante na confecção de chapas de madeira é a granulometria/geometria de partículas, razão pela qual vários trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos para avaliar esta variável. Sorfa e Bongers (1982) trabalhando com diferentes partículas de pinus e eucalipto concluíram que a serragem de pinus demonstrou ser a melhor matéria-prima. Brito e Peixoto (2000) concluíram que partículas de Pinus, de menor granulometria, proporcionaram chapas mais resistentes aos esforços de tração e de flexão, como também, um maior inchamento. Miyamoto et al. (2002) trabalhando com várias geometrias de partículas observaram que a expansão linear das chapas a 40°C e 90% de umidade relativa foi afetada pela geometria de partículas, como também, que as chapas de partículas menores apresentaram uma maior expansão linear. Os autores notaram que o inchamento em espessura e a ligação interna foram afetados pela geometria de partícula. Yano, H. et al. (2000) avaliaram o efeito do tamanho e orientação dos elementos na produção de materiais à base de madeira. Com relação à geometria de partículas observaram que um decréscimo no tamanho da partícula não resultou em um decréscimo na resistência à flexão.

A realização deste trabalho deve-se ao fato de que as espécies *G. arborea* e *S. saman* poderão vir a ser alternativas de matéria-prima para a indústria florestal proveniente de áreas em que foram utilizadas para recuperação, bem como pela razão de que faltam informações sobre a utilização destas espécies como fornecedoras de madeira para a produção de chapas de partículas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para a fabricação das chapas de partículas de madeira foi o tronco e galhos de *Gmelina arborea* e *Samanea saman* coletadas no Campus da UFRRJ, Seropédica, RJ. Madeiras de cada espécie, após terem sido transformadas em toretes, foram transportadas para o Laboratório de Painéis de Madeira do Departamento de Produtos Florestais (DPF), Instituto de Florestas/UFRRJ. Na determinação da densidade básica da madeira, retirou-se discos a 0%, 25%, 50%, 75%, 100% da altura total do tronco, e um disco extra no diâmetro à altura do peito (DAP). O restante do tronco foi também transformado em discos, os quais foram descascados e processados em cavacos e levados em seguida a um moinho de martelo com malha de 10 mm de diâmetro para a geração de partículas.

As partículas foram colocadas para secar ao ar livre até atingir a umidade de equilíbrio aproximada de 15%. A classificação foi realizada em peneiras mecânicas, em função da malha, para obtenção das seguintes granulometrias:

- Grupo 1: partículas que passaram na peneira de malha de 5,61 mm e ficaram retidas na peneira de 0,61 mm;
- Grupo 2: partículas que passaram na peneira de malha de 2,08 mm e ficaram retidas na peneira de 0,61 mm.

A aplicação do adesivo (uréia-formaldeído a 10%), foi realizada por meio de aspersão, com auxílio de uma pistola à base de ar comprimido, em um aplicador do tipo tambor rotatório.

Como catalisador foi utilizado sulfato de amônia, na proporção de dois por cento do peso do adesivo (sólidos). A densidade nominal das chapas foi de 0,70 g.cm<sup>-3</sup>. Após a aplicação do adesivo e do catalisador sobre as partículas, estas foram colocadas em uma fôrma com dimensões de 50 cm de comprimento por 50 cm de largura e 30 cm de altura, onde sofreram uma pré-prensagem para melhor acomodação e evitar perdas pelas bordas do colchão no momento do transporte e facilitar o fechamento da prensa. A espessura dos espaçadores foi de 1,27 cm.

O colchão de partículas foi levado a uma prensa hidráulica de pratos horizontais, planos e aquecidos à temperatura de 170°C e uma pressão de 30 Kgf.cm<sup>-2</sup>. O tempo de fechamento da prensa foi de 15 segundos (a velocidade de fechamento da prensa não é regulável, depende da pressão pré estabelecida e do material a ser prensado) e o tempo de prensagem foi de 10 minutos.

Depois de prensadas e identificadas, as chapas com dimensões de 50 x 50 x 1,27 cm, foram levadas a uma sala de climatização com temperatura de 20±1°C e umidade de 65±5%, até atingir a umidade de equilíbrio em torno de 12%.

Os corpos-de-prova foram confeccionados de acordo com a norma técnica da ASTM D 1037, retirando-se dois de cada chapa para cada tipo de ensaio a serem submetidos. As dimensões dos corpos de prova em função dos ensaios foram:

Flexão estática: Módulo de Ruptura (MOR) e Módulo de Elasticidade (MOE): 35,5 x 7,5 x 1,27 cm;

Ligação interna (LI): 5,0 x 5,0 x 1,27 cm;

Inchamento em espessura (IE) - Imersão em água 2 e 24 h: 15,0 x 15,0 x 1,27 cm.

O delineamento foi inteiramente ao acaso. A ANOVA foi empregada para analisar estatisticamente os dados obtidos para cada ensaio, e o Teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade, foi realizado para comparação entre médias toda vez que a hipótese de nulidade fosse rejeitada. Abaixo, pode-se ter uma melhor visualização do delineamento estatístico:

Espécies: *Gmelina arborea* (A) e *Samanea saman* (B)

Granulometrias: 1 = 2,01 – 0,61 mm e 2 = 5,68 – 0,61 mm

Tratamentos: 4 (A1, A2, B1, B2); Repetições: 5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Densidade básica e Teor de umidade da madeira

Os resultados relativos à densidade básica média (DB) e o teor de umidade média (U) da madeira, obtidos das duas espécies utilizadas na produção

das chapas de partículas estão apresentados na Tabela 1.

Os teores de umidade da madeira para as duas espécies, apresentaram-se relativamente altos, o que

facilitou no descasque, na transformação em cavacos e na geração das partículas.

As densidades apresentadas pelas duas espécies de madeira podem ser consideradas

**Tabela 1.** Densidade básica média (g.cm<sup>-3</sup>) e Teor de umidade médio (%) para as diferentes espécies.

**Table 1.** Medium specific gravity and moisture content for all different species.

Espécie	DB(g.cm <sup>-3</sup> )	U(%)
<i>Gmelina arborea</i>	0,41	90,5
<i>Samanea saman</i>	0,47	88,7

adequadas para a manufatura de chapas, pois encontram-se dentro do intervalo de densidade normalmente encontrado para as madeiras utilizadas nos Estados Unidos e Canadá (Maloney, 1977).

### Densidade das chapas

Os valores médios da densidade das chapas são apresentados na Tabela 2.

Como pode ser observado na Tabela 2, os valores de densidade para as chapas de *Gmelina arborea* apresentaram valores inferiores a 0,60 g/cm<sup>3</sup>, enquanto que as chapas de *Samanea saman* (Jacq.) Merr. apresentaram valores superiores a 0,60 g/cm<sup>3</sup>. Esta observação é importante uma vez que a norma americana para classificação de chapas apresenta valores mínimos em função de valores de densidade, conforme pode ser visto na Tabela 4.

### Propriedades das chapas

#### Flexão estática - MOE e MOR

Os resultados dos Módulos de Elasticidade e Ruptura (MOE e MOR) no teste de Flexão Estática estão apresentados na tabela 3.

O tratamento A2 (*G. arborea* e granulometria 5,68 – 0,61 mm), apresentou os maiores valores de MOE, seguido dos tratamentos A1 e B1 respectiva-

**Tabela 2.** Valores médios da densidade das chapas para os diferentes tratamentos.

**Table 2.** Medium particleboard density for all different treatments.

Tratamento	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )
A <sub>1</sub>	0,577 a
A <sub>2</sub>	0,563 a
B <sub>1</sub>	0,608 a
B <sub>2</sub>	0,612 a

<sup>1, 2</sup> Granulometrias de partícula (2,01-0,61mm e 5.68-0.61mm, respectivamente)

A, B Espécies de madeira (*Gmelina arborea* e *Samanea saman* (Jacq.) Merr., respectivamente)

(Valores seguidos das mesmas letras na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade)

mente. Entretanto não houve diferença significativa entre eles. O tratamento B2 (*S. saman* e granulometria 5,68 – 0,61 mm) apresentou os menores valores de MOE, sendo estatisticamente significativo. Aparentemente, prevaleceu um maior

efeito da razão de compactação em detrimento da densidade das chapas (Tabela 2). Dentro de uma mesma espécie, apenas a *S. saman* apresentou resultado diferente dos demais tratamentos. Keinert, citado por Brito (1984), observou um aumento do Módulo de Elasticidade (MOE) com a diminuição da densidade da madeira em duas espécies de *Eucalyptus* em virtude da razão de compactação. Porém, a intervenção de outros fatores como a interação do adesivo com as partículas, poderia levar a um padrão diferenciado de comportamento das propriedades.

Os tratamentos A1 e A2 apresentaram valores superiores ao estabelecido pela norma CS 236-66 (Tabela 4), observando-se que os valores de densidade para estas chapas foram inferiores a 0,60 g/cm<sup>3</sup>, enquanto que o tratamentos B1 foi superior somente para o MOR. O tratamento B<sub>2</sub> apresentou resultados inferiores tanto para MOE como MOR.

Segundo o Teste de Tukey realizados para MOR (Tabela 3), não houve diferença significativa para os tratamentos A2, B1 e A1, obtendo-se os melhores resultados nesta ordem. Para o MOR, o efeito da razão de compactação, associada a outros fatores, tais como melhor distribuição de adesivos e

formação do colchão, parece continuar causando efeito, assim como para o MOE, pois o tratamento A2 apesar de apresentar menor densidade de chapa apresentou maior valor. Entretanto, isto não prevaleceu para o segundo melhor tratamento, o qual apresentou valores de densidade superiores ao tratamento A1. Isto se explica, provavelmente, devido ao somatório dos dois fatores, razão de compactação e densidade da chapa, pois o tratamento B2, que apresentou os menores valores, foi baseado em chapas com densidade superior ao tratamento A1. Com exceção do tratamento B2 (*S. saman* e granulometria 5,68 – 0,61 mm), os demais tratamentos apresentaram resultados superiores aos estabelecidos em norma (Tabela 4).

### Ligação interna

Os resultados da Ligação Interna das chapas (Tabela 5) apontam o maior valor absoluto para o tratamento B2, ou seja, da espécie *S. saman* e maior granulometria, seguindo respectivamente sem diferença estatística, os tratamentos B1 e A2. O tratamento A1 (*G. arborea* e granulometria 2,01 – 0,61 mm) apresentou resultado inferior aos demais, porém sem diferença significativa com B1 e A2.

**Tabela 3.** Valores médios de flexão estática (MOE e MOR) para os diferentes tratamentos.

**Table 3.** Medium static bending (MOE e MOR) for all different treatments.

Tratamento	MOE	MOR
	(Kgf.cm <sup>-2</sup> )	(Kgf.cm <sup>-2</sup> )
A1	23080 a	111,9 ab
A2	23830 a	140,2 a
B1	22410 a	128,2 ab
B2	15910 b	84,1 b
CV(%)	10,16	11,01

<sup>1,2</sup> Granulometrias de partícula (2,01-0,61mm e 5,68-0,61mm, respectivamente)

A, B Espécies de madeira (*Gmelina arborea* e *Samanea saman* (Jacq.) Merr., respectivamente)

(Valores seguidos das mesmas letras na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade)

**Tabela 4.** Propriedades mínimas exigidas para chapas de partículas.

**Table 4.** Minimum property requirements of particleboards.

Tipo (uso)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> ) Média mín.	MOR (Kgf/cm <sup>2</sup> ) Média mín	MOE (Kgf/cm <sup>2</sup> ) Média mín	LI (Kgf/cm <sup>2</sup> ) Média mín	IE (%)
I	B (média, entre 0.60 e 0.80 g/cm <sup>3</sup> )	112	24500	4.9	35
	C (baixa, abaixo de 0.60 g/cm <sup>3</sup> )	56	10500	1.4	30

Fonte: CS 236-66

Tipo I – Chapa de partículas (geralmente feita com resina uréia-formaldeído) adequada para aplicação em interiores

Normalmente, atribui-se comportamento inverso entre as características de MOR/MOE de uma chapa e a ligação interna, ou seja chapas de mesma densidade média e geometria de partículas, com altos valores de MOE e MOR possuem baixa ligação interna devido a maior densificação das camadas superficiais que nas camadas interiores e vice-versa (Matos, 1988).

Vital (1974) também cita que a ligação interna geralmente aumenta com o aumento da densidade da chapa. Neste caso, ainda que estatisticamente não tenha havido diferença significativa entre os tratamentos, observa-se a presença do efeito no aumento da densidade média das chapas (Tabela 2)

Os resultados apresentaram valores bastante superiores àqueles mínimos estabelecidos em norma (Tabela 4).

### Inchamento em Espessura

O Inchamento em espessura é uma alteração sofrida pelas chapas de partículas quando expostas a umidade, o que torna um fator limitante em relação ao uso do produto. Os resultados apresentados na Tabela 6, indicam menor absorção de umidade em 2h e 24 h de imersão em água para os tratamentos A1, B1 e A2, respectivamente e sem diferença significativa. O tratamento B2, para os dois tempos de imersão foi significativamente diferente dos demais tratamentos. Neste caso, com o provável aumento da densidade básica, há uma tendência

**Tabela 5.** Valores médios de Ligação Interna (LI) para todos os tratamentos.

**Table 5.** Internal bound medium values for all treatments.

LI	
Tratamento	(Kgf.cm <sup>-2</sup> )
A 1	6.00 b
A 2	6.53 ab
B 1	7.18 ab
B 2	7.62 a
CV (%)	7.34

<sup>1, 2</sup> Granulometrias de partícula (2,01-0.61mm e 5,68-0.61mm, respectivamente); A; B Espécies de madeira (*Gmelina arborea* e *Samanea saman* (Jacq.) Merr., respectivamente); (Valores seguidos das mesmas letras na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade)

crescente na alteração da estrutura das chapas diretamente ao aumento da granulometria principalmente para a espécie *S. saman*. Roffoel & Rauch (1974) citado por BRITO (1984) estudaram o inchamento em espessura de chapas de partícula com densidade variando de 0,51 a 0,94 g.cm<sup>-3</sup> pelo método da imersão em água, e constataram um aumento em inchamento em espessura com o

**Tabela 6.** Valores médios de Inchamento em espessura (IE) para todos os tratamentos.

**Table 6.** Thickness swelling medium values (IE) for all treatments.

Tratamento	IE(%)	
	2h	24h
A1	6,88 b	17,41 b
A2	7,75 b	19,03 b
B1	7,26 b	17,74 b
B2	17,86 a	24,92 a
CV(%)	12,59	11,52

<sup>1,2</sup> Granulometrias de partícula (2,01-0,61mm e 5,68-0,61mm, respectivamente); A, B Espécies de madeira (*Gmelina arborea* e *Samanea saman* (Jacq.) Merr., respectivamente); (Valores seguidos das mesmas letras na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade)

aumento da densidade das espécies.

Em relação ao valor estabelecido em norma (Tabela 4), os tratamentos mantiveram-se dentro da média, ou seja abaixo de 30% de inchamento em espessura.

## CONCLUSÕES

Com base no comportamento dos tratamentos estudados, pode-se concluir que as chapas produzidas com partículas maiores da espécie *G.arborea* geraram melhores resultados de resistência a flexão estática, onde o efeito da razão de compactação teve maior influência do que a densidade da chapa.

Chapas produzidas com a espécie *S. saman* e maior granulometria, com maior densidade das chapas, apresentaram melhores resultados de resistência à ligação interna.

As chapas produzidas com partículas de menor

granulometria apresentaram menor inchamento em espessura.

As duas espécies estudadas proporcionaram a produção de chapas de partículas com bons resultados de propriedades tecnológicas, uma vez que a maioria dos tratamentos superaram os valores mínimos estabelecidos pela norma americana CS 236-66.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D 1037. Standard methods of evaluation the properties of wood-base fiber and particle panel materials. In: Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, 1982.

BRAGA, E. P. Crescimento mundial das florestas certificadas. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 11, n. 64, p. 21 – 47, 2002.

BRITO, E.O. **A viabilidade de utilização de espécies de Pinus para a produção de chapas de composição estruturais “waferboards”**. Curitiba, 1984. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

BRITO, E.O; PEIXOTO, G.L. Avaliação da granulometria de partículas de *Pinus taeda* Blanco combinadas com adesivos comerciais para a fabricação de aglomerados. **Revista Floresta e Ambiente**, v.7, n. 1, p.60-67, 2000.

COMMERCIAL STANDARD – CS 236 – 66. Mat formed wood particleboard. 1968.

DIX, B. et al. Poplar and Eucalyptus wood as raw material for wood-based panels. **Eurowood Technical Workshop Proceedings**. Florence, Italy: 1999. p. 93-102.

FUWAPE, J.A; OYAGADE, A.O. Strength and

- dimensional estabily of acetylated Gmelina and Sitka spruce particleboard. **Journal of the Timber Development Association of India**, v. 45, n. 1-2, p. 5-10, 1999.
- GRIGORIU, A.H; NTALOS, G.A. The potencial use of *Ricinus communis* L. (Castor) stalks as a lignocellulosic resource for particleboards. **Industrial Crops and Products**, v. 13, n. 3, p. 209-218, 2001.
- HASHIM, R et al. Effect of extractive on dimensional stability and bonding properties of particleboard made from hybrid of Acacia. **Journal of the Institute of Wood Science**, v. 15, n. 5, p. 261-266, 2001.
- IWAKIRI, S. et al. Particleboard manufacture from five species of tropical pine. **Floresta e ambiente**, v. 8, n. 1, p. 137-142, 2001.
- KELLY, M. W. **Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboards**. General Technical Report, FPL – 10, 1977. 65 p.
- LATORRACA, J. V. F.; IWAKIRI, S.; LELIS, R. C. C. Efeito inibidor de cinco espécies florestais sobre a cura do compósito cimento-madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 6, n.1, p. 76 – 82, 1999.
- MACEDO, A. R. P.; ROQUE, C. A. L. **Painéis de Madeira**. Disponível em: <http://www.bnds.com.br>. Acesso em :13 dez. 2001.
- MALONEY, T. M. **Modern particleboard & Dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman Publications, 1977.
- MATOS, L. M. **Ciclo da prensa em chapas de partículas estruturais “waferboards”**. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MENDES, L. M.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; IWAKIRI, S. A. Indústria brasileira de painéis de madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.10, n. 56, p. 67-72, 2001.
- MIYAMOTO, K; NAKAHARA, S; SUZUKI, S. Effect of particle shape on linear expansion of particleboard. **Journal of Wood Science**, v. 48, n. 3, p. 185-190, 2002.
- SORFA, P.; BONGERS, J. **Wood-cement composite buildings units – Part I**. National Timber Research Institute. CSIR Special Report HOUT 270. Pretória, 1982, 24p.
- VITAL, B. R. How species and board densities effect properties of exotic hardwood particleboards. In: Annual Meeting of the Forest Products Research Society, 1974. **Proceedings...** Chicago, 1974.
- YANO, H. et al. Effects of element size and orientation in the production of high strength resin impregnated wood based materials. **Holzforchung**, v.54, n. 4, p. 443-447, 2000.