

## CHAPAS PENSADAS DE PARTÍCULAS DE BAMBU E ADESIVO POLIURETANA À BASE DE ÓLEO DE MAMONA

Flávio J. José (casanaarvore@hotmail.com)

Antonio L. Beraldo (beraldo@agr.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Agrícola

**RESUMO:** a pesquisa sobre o tema “Chapa de Partículas Homogêneas de Bambu aglomeradas com Resina Poliuretana à Base de Óleo de Mamona” teve como finalidade a confecção e a avaliação de chapas de partículas homogêneas aglomeradas, utilizando-se de dois materiais alternativos buscando-se a sustentabilidade do processo produtivo. Foram utilizadas partículas de *Bambusa vulgaris* Schrad devido à rapidez do ciclo de produção dessa espécie de bambu, e sua disponibilidade no território brasileiro. Como aglomerante foi utilizada a resina poliuretana à base de óleo de mamona, por ser de origem parcialmente renovável e, ao contrário dos adesivos convencionais, ser considerada não tóxica. Para a caracterização do material estudado, foram produzidas, em escala de laboratório, chapas de partículas de bambu com dimensão inferior a 2,4 mm, com 5%, 10% e 15% de resina em relação à massa de partículas de bambu. Corpos-de-prova foram submetidos a ensaios físicos (controle de espessura, densidade, absorção de água e inchamento) e mecânicos (arrancamento de parafuso na superfície e no topo, dureza Janka, compressão longitudinal, flexão estática e tração perpendicular, segundo as recomendações da NBR 14810 - Chapas de madeira aglomerada). Corpos-de-prova destinados ao ensaio de compressão longitudinal também foram avaliados por meio de ensaio não destrutivo (END) por ultrassom. Os resultados obtidos indicaram que o teor de 10% de resina não diferiu estatisticamente do teor 15%, sendo ambos superiores ao teor 5%. Não foi possível correlacionar a velocidade do pulso ultra-sônico (VPU) com a resistência à compressão longitudinal. As chapas de aglomerado cru demonstraram resultados superiores em relação às chapas alternativas de 10% na maioria das propriedades avaliadas, com exceção ao ensaio de inchamento em 24 h.

Palavras-chaves: bambu, chapas homogêneas, óleo de mamona, poliuretana, END

## HOMOGENEOUS PARTICLEBOARD FROM BAMBOO BONDED BY RESIN CASTOR OIL BASED

**ABSTRACT:** the aim of the research “Homogeneous Particleboard from Bamboo Bonded by Polyurethane Resin Castor Oil Based” was to manufacture and to evaluate particleboards made with two alternative materials, looking for the productive process sustainability. Particles from *Bambusa vulgaris* Schrad were employed because its fast production cycle and availability in Brazilian country. Polyurethane resin castor oil based was employed as binder because it is partially produced by a renewable source and its low toxicity. For the material characterization, it was manufactured at laboratory scale boards from bamboo particles smaller than 2.4 mm combined with 5%, 10% e 15% resin content in relation to the bamboo particles mass. Specimens were submitted to physical (thickness control, density, water absorption and swelling after 2 h and 24 h of immersion in water) and mechanical (nail withdraw on surface and top, Janka hardness, longitudinal compression strength, static bending and internal bond) evaluations according to the Brazilian Standard NBR 14810 – Boards of agglomerate wood. Specimens evaluated in longitudinal compression were previously tested by a Non Destructive Evaluation (NDE) by ultrasonics. Results showed that 10% resin content was not statistically different of 15% resin content, both superior to 5% resin content. It was not possible to correlate ultrasonic pulse velocity (UPV) across the specimens with longitudinal compression strength. Commercial agglomerated boards was better than particles boards with 10% resin content, excepted for swelling after 24 h.

**Keywords:** bamboo, homogeneous boards, castor oil, polyurethane, NDE

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de chapas de partículas aglomeradas, segundo KOLLMAN *et al.* (1975), foi efetivada, de fato, devido à escassez de madeira na Alemanha nos anos 40, durante o período da Segunda Guerra Mundial.

Atualmente as empresas brasileiras com maior capacidade produtora de chapas de aglomerado, como a Duratex e a Eucatex, têm como matéria-prima, partículas derivadas de espécies arbóreas dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, e, como aglomerante, segundo Eleotério (2000), 90% das indústrias utilizam resinas uréia-formaldeído, que possuem baixa resistência à umidade e alto teor de toxicidade.

Como alternativa para a produção de partículas, foram encontradas no bambu qualidades que superam as do pinus e do eucalipto. Uma das vantagens deve-se ao fato de o bambu ser uma matéria-prima possível de ser cultivada em praticamente todas as regiões do Brasil e com ciclos de colheita curtos, que, segundo BERALDO e AZZINI (2004), variam de dois a três anos para a espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. Esta espécie de bambu é cultivada em grandes áreas do Nordeste, visando o suprimento de matéria-prima para a fabricação de papel e celulose. Para o pinus e o eucalipto, estes ciclos, segundo a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2004), estão, respectivamente, em torno de 10 anos e 7 anos para a produção de partículas.

Para fabricar as chapas de partículas homogêneas pode-se utilizar a resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona, por se tratar de um material considerado não tóxico e derivado em grande parte de fonte renovável. Esta é uma vantagem em relação aos adesivos convencionais compostos em sua maioria de matéria-prima-não renovável, além de serem prejudiciais à saúde dos trabalhadores.

A produção de chapas de partículas possibilita a fabricação de móveis, divisórias, pisos e revestimentos, sem a necessidade de efetuar o corte de grandes árvores, que levam muitos anos para atingir as dimensões necessárias à confecção de chapas maciças para fabricação destes objetos.

Este trabalho teve como objetivo, a confecção e a caracterização de chapas de partículas homogêneas de bambu aglomeradas com resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona.

.Avaliar estatisticamente a influência e relação da utilização de três teores de resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona (5%, 10% e 15%), em relação à massa de partículas de bambu;

.Comparar estatisticamente as chapas de partículas de bambu, que apresentaram os melhores resultados, com amostras retiradas de chapas de partículas aglomeradas cruas adquiridas comercialmente;

. Comparar os valores obtidos pelos ensaios referentes às amostras das chapas de partículas de bambu, com os valores encontrados na NBR 14810-2: Requisitos;

. Avaliar por meio de ensaio não destrutivo (END) por ultra-som o efeito dos teores em resina na velocidade de propagação ultra-sônica e sua correlação com a resistência à compressão longitudinal.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Desenvolvimento sustentável

O Centro Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) definiu o desenvolvimento sustentável como sendo “um processo de transformação, no qual a

exploração de recursos, a direção de investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizem e reforcem o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades humanas”. Ou seja, quando um novo produto é lançado no mercado, além dos custos econômicos, devem ser igualmente considerados os custos sociais e ambientais, desde o começo até o final da sua vida útil.

## **2.2. Chapas de partículas aglomeradas de madeira**

No ano de 1940, a primeira produção de chapas de partículas se efetivou na Alemanha. Devido à escassez de madeira maciça durante a 2ª Guerra Mundial, foi criada a primeira planta para a produção de chapas de partículas de madeira aglomerada. As partículas de madeira procediam do processamento de resíduos obtidos com o auxílio de moinhos, nos quais eram produzidas lascas grossas.

MALONEY (1977) definiu a madeira aglomerada como sendo o material formado por partículas de madeira de várias dimensões, impregnadas de resinas sintéticas (adesivos industrializados) e naturais, e prensadas sob a ação do calor.

## **2.3. Mercado nacional das chapas de partículas**

Com capacidade de produção de 5,4 milhões de m<sup>3</sup> ao ano, o faturamento do setor, que gerou 25 mil postos de trabalho em 2003, foi de US\$ 767 milhões (FOB) referentes à produção de aglomerado, M.D.F. e chapas duras. Somente em aglomerado, em 1994, a produção foi de 770 mil m<sup>3</sup> e, em 2004, a produção foi de 2,820 milhões m<sup>3</sup>.

## **2.4. Bambu: características e utilizações**

Os bambus pertencem à família *Graminae* e sub-família *Bambusoideae*, algumas vezes tratados separadamente como pertencentes à família *Bambusaceae*, com aproximadamente 45 gêneros e mais de 1000 espécies espalhadas pelo mundo. A maior diversidade de espécies é encontrada nos continentes asiático e americano, sendo praticamente inexistente na Europa.

As espécies disponíveis de bambu podem ser divididas em dois grupos: entouceirantes (*Bambusa tuldoides*, ***Bambusa vulgaris***, *B. vulgaris* var. *vittata*, *Dendrocalamus giganteus* e *D. latiflorus*) e as alastrantes (principal gênero é o *Phyllostachys*).

Do ponto de vista agrônomo, o interesse pelo bambu está intimamente relacionado com a perenidade das touceiras e seu rápido desenvolvimento vegetativo que viabiliza colheitas com ciclos curtos, de dois a quatro anos e elevados níveis de produção (BERALDO e AZZINI, 2004).

## **2.5. Resinas e suas aplicabilidades**

OLMOS (1992) classificou os adesivos em dois grupos básicos:

-Adesivos de origem natural – nesta categoria destacam-se aqueles de origem animal, amido, caseína, albumina de proteína vegetal, mamona e o tanino (extraídos de algumas espécies de vegetais: barbatimão, angico-preto, acácia, quebracho, dentre outras);

-Adesivos de origem sintética – nesta categoria destacam-se a uréia, resorcinol, fenol, melanina e polivinil.

Segundo MALONEY (1996) e PIZZI (1994), devido à necessidade de se diminuir a emissão de formol, produto carcinogênico, proveniente das resinas uréicas, foram desenvolvidos vários estudos de suas misturas com outras resinas, como, por exemplo, com as resinas melamínicas, as quais também conferem às chapas maior resistência à umidade.

Conhecida internacionalmente como “Castor Oil” e no Brasil, por caturra, a mamona (*Ricinus communis*) é uma planta da família das Euforbiáceas, da qual é extraído o óleo de mamona, também conhecido como óleo de rícino. Esta planta é encontrada em regiões tropicais e subtropicais, sendo muito abundante no Brasil.

A partir do óleo de mamona torna-se possível sintetizar polióis e pré-polímeros com diferentes características que, quando misturados, dão origem a um poliuretano. Esta mistura poliól (à base de mamona) e pré-polímero, a frio, levam à reação de polimerização da mistura. Esta reação conduz à formação da poliuretana, podendo-se variar a porcentagem de poliól, que definirá maior ou menor dureza, bem como o emprego de catalisador adequado a fim de aumentar a velocidade da reação.

## 2.6. Aspectos da fabricação industrial das chapas de partículas aglomeradas

A fabricação das chapas segundo a Eucatex (2004) ([www.eucatex.com.br](http://www.eucatex.com.br)), envolve uma série de operações (Figura 1), a saber: picagem e secagem das partículas, resinagem das partículas em misturador, formação do colchão para a prensagem a quente ou a frio, esquadreamento com serras circulares e lixamento final.

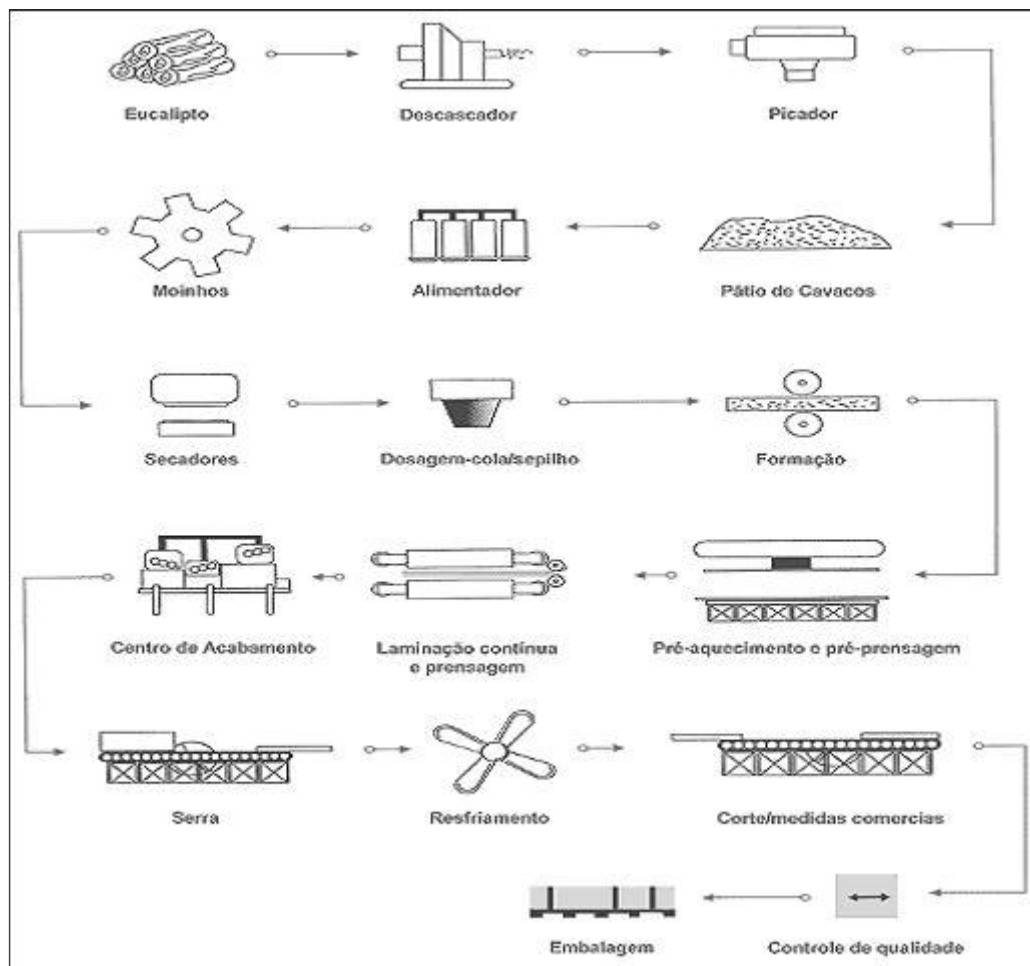


Figura 1 - Esquema de produção de chapas de partículas da Eucatex.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Materiais

##### 3.1.1. Partículas de Bambu

Para o desenvolvimento da parte experimental do trabalho foram utilizadas partículas provenientes de colmos de bambu da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad, que foram extraídos de touceiras situadas na área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp (Figura 2 e 3).



Figura 2 - Corte do *B. vulgaris*.



Figura 3 - Desintegrador agrícola.

##### 3.1.2. Resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona

Como aglomerante foi utilizada, apesar da preferência das indústrias por resinas monocomponentes, a resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona (Figura 4) fabricada pela KEHL Indústria e Comércio, de São Carlos (SP - [www.kehl.com.br](http://www.kehl.com.br)).



Figura 4 - Componentes da resina poliuretana.

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Obtenção das partículas de bambu

Para a obtenção das partículas foram extraídos colmos maduros de bambu (mais de 3 anos), dos quais foram retirados os ramos e folhas, para só então serem picados (verdes) próximo ao local em que foram extraídos. Os pedaços obtidos, após a picagem dos colmos, foram dispostos sobre uma lona, de modo que pudessem secar mais rapidamente. Áreas com acúmulo maior de pedaços apresentaram formação de fungos durante a secagem que pôde ser verificada após uma semana.

Após a secagem, os pedaços de bambu foram triturados em um desintegrador agrícola dotado de peneira metálica, fornecendo partículas delgadas, com distribuição de tamanho variada, mas com espessura máxima de 3 mm (abertura da peneira).

As partículas obtidas foram então peneiradas e separadas com o auxílio de peneiras com aberturas de 2,40 mm, 0,42 mm e 0,149 mm, retirando-se as porções passantes na peneira com abertura igual a 0,42 mm e aquelas retidas na peneira com abertura igual a 2,40 mm. O restante, ou seja, as partículas cujas espessuras estavam compreendidas entre 0,42 mm e 2,40 mm, foram separadas para a utilização na confecção das chapas.

### 3.2.2. Produção das chapas

Foram confeccionadas dez chapas de 40 cm x 40 cm x 1,5 cm para cada tipo de tratamento, ou seja, dez chapas com 5% de resina, dez chapas com 10% de resina e dez chapas com 15% de resina. Adotou-se o procedimento recomendado por NASCIMENTO (2003).

#### 3.2.2.1. Aplicação do aglomerante às partículas de bambu.

De posse dos materiais nas quantidades necessárias, para cada tipo de chapa, foi realizada a síntese da resina, misturando-se o pré-polímero e o poliól em um terceiro recipiente, haja vista que estes se encontravam em recipientes diferentes. Sendo assim, a resina era, então, adicionada às partículas de bambu (Figura 5), e efetuava-se a mistura manualmente, utilizando-se de uma luva de látex como proteção, por 5 min.

Após esta pré-homogeneização, a mistura de resina com as partículas era colocada em uma batedeira planetária, e misturada por mais 5 min (Figura 6), sendo então colocada em um outro recipiente.



Figura 5 - Adição da resina às partículas.



Figura 6 - Homogeneização da mistura.

### 3.2.2.2.. Formação do colchão de partículas de bambu

Este procedimento teve como objetivo a formação do colchão a partir de um volume de partículas aglomeradas, por meio de uma pré-prensagem a frio. O processo foi realizado com o auxílio de uma formadora de colchão, que se constitui de uma caixa de madeira, sem tampa e sem fundo, com base de dimensões iguais àquelas das chapas, ou seja, 40 cm x 40 cm (Figura 7 e 8).



Figura 7 - Formadora de colchão.



Figura 8 - Regularização do colchão.

### 4.2.2.3. Prensagem

O colchão de partículas foi depositado entre as placas metálicas aquecidas da prensa com controle de temperatura (60 °C mantido constante) e de pressão, protegido por papel alumínio, evitando que a chapa aderisse aos pratos da prensa.

Na primeira etapa da prensagem, foi aplicada pressão até atingir aproximadamente 4 MPa, pressão esta que se manteve durante 10 min.

A segunda etapa foi iniciada aliviando-se a pressão até atingir-se a carga nula. Este alívio ocorreu aproximadamente durante 5 min, e possibilitava a liberação dos gases ou a degasagem da chapa. A presença de gases não foi observada no presente experimento devido aos cuidados que foram tomados durante a prensagem e também devido à baixa densidade das chapas.

#### 3.2.2.4. Acabamento

Após a retirada da prensa, as chapas foram submetidas a um acabamento, no qual foram lixadas e retirados 5 cm das bordas, como exigência da NBR 14810 para a realização dos ensaios e para uma melhor avaliação do produto final.

Ao final destes processos, as chapas apresentavam dimensões de 30 cm x 30 cm x 1,5 cm (Figura 9 e 10).



Figura 9 - Diferença de adensamento.

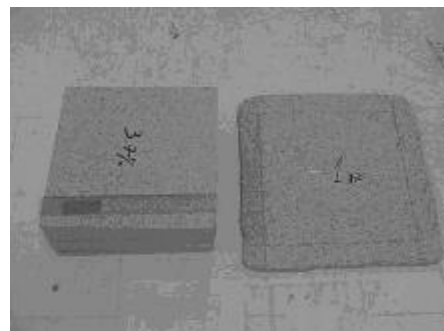


Figura 10 - Chapas com e sem acabamento.

#### 4.2.3 Métodos de Ensaio

Os ensaios de caracterização das chapas de partícula de bambu aglomeradas com resina à base de óleo de mamona, obedeceram às recomendações da NBR 14810- Chapas de madeira aglomerada - Parte 3 – métodos de ensaio.

Foram realizados os seguintes ensaios: espessura; densidade; absorção de água; inchamento; arrancamento de parafuso (superfície e topo); dureza Janka; compressão longitudinal; flexão estática e tração perpendicular.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após analisar estatisticamente as propriedades das chapas de partículas de bambu, pôde-se observar que, em relação aos ensaios de densidade, absorção após 24 h de imersão em água, arrancamento de parafuso da face, arrancamento de parafuso do topo, dureza Janka, compressão longitudinal, flexão estática e tração perpendicular, não houve diferença significativa entre as chapas confeccionadas com 10% de resina e as chapas com 15% de resina.

Os ensaios de regularidade em espessura, absorção após 2 h, inchamento após 2 h, inchamento após 24 h, e inchamento após 216 h, apresentaram diferenças significativas entre os três tipos de chapas e não apresentando, portanto, a existência de grupos homogêneos pelo teste de Tukey LSD.

Apenas nos ensaios de absorção após 216 h, as chapas com 5% de resina e as chapas com 15% de resina não apresentaram diferença significativa.

Pode-se afirmar que a relação custo - benefício, tendo em vista que a resina é o material de maior custo econômico e ambiental na composição da chapa, torna-se mais viável a produção de chapas com 10% de resina, sendo que na maioria dos ensaios, apesar das chapas com 15% de resina apresentarem valores superiores aos das chapas com 10% de resina, e estas apresentarem valores superiores aos das chapas com 5% de resina, as chapas com 10% de resina e com 15% de resina não demonstram estatisticamente diferença significativa.

Sendo assim, foram confrontados através de análise estatística os valores relativos aos ensaios realizados com as chapas com 10% de resina e com as chapas comerciais de aglomerado cru.

Após observar os resultados, verificou-se que houve diferença significativa referente aos ensaios de absorção em 2 h, e em 24 h, inchamento após 2 h e após 24 h, em compressão longitudinal e na resistência à flexão estática. Apenas os valores de inchamento após 24 h se mostraram superiores nas chapas de 10% quando comparadas às chapas de aglomerado cru.

A análise estatística referente ao ensaio de dureza Janka não apresentou diferença significativa entre as chapas.

Observando-se o comportamento de ruptura no ensaio de flexão estática entre as chapas de partículas de bambu e as chapas de aglomerado cru, tornou-se possível verificar nestas últimas, a influência positiva do revestimento externo formado por partículas mais finas e com maior adensamento, conforme foi discutido no item 5.2.8. Provavelmente a confecção de chapas de partículas de bambu dispende de um revestimento similar, seja capaz de melhorar as características das chapas, devido a um efeito de contenção.

Os resultados do ensaio não destrutivo (END) por ultra-som, possibilitaram a obtenção da velocidade de propagação do ultra-som (VPU) permitindo detectar as diferenças aportadas à estrutura dos corpos-de-prova pelos teores em resina poliuretana à base de óleo de mamona.

Os dados obtidos analisados e interpretados estatisticamente (teste de Tukey a 5% de significância estatística) evidenciaram a superioridade das dosagens 10% e 15% em relação à dosagem de 5%. As duas primeiras dosagens em resina não apresentaram diferenças estatísticas entre si, corroborando os resultados obtidos nas avaliações destrutivas dos corpos-de-prova

Embora, devido às particularidades existentes no ensaio (dimensões das chapas e frequência de ressonância dos sensores eletroacústicos) não seja possível obter conclusões a respeito da magnitude das VPU, verificou-se uma tendência de que as chapas analisadas tenham um comportamento similar nas direções do comprimento e da largura, quando comparadas com a VPU correspondente à espessura.

Não foi possível correlacionar a resistência à compressão longitudinal com a VPU, para as chapas de partículas de bambu. GONÇALVES e SILVA (2002) obtiveram resultados adequados avaliando chapas de fibras de madeira por meio de ultra-som relacionado à densidade e ao módulo de elasticidade das chapas, ao contrário do que se observa para outros materiais (compósitos cimentícios prensados, por exemplo), como já havia sido relatado por ZUCCO (1999), quando o autor avaliou compósitos prensados de cimento e casca de arroz. Aparentemente, o adensamento inerente à fabricação das chapas não é uma garantia suficiente para que seja possível propiciar a formação de percursos mais favoráveis à propagação da onda ultra-sônica. No entanto, essa avaliação mereceria um melhor aprofundamento, aplicando-se o END por meio de sensores eletroacústicos de maior frequência de ressonância, o que possibilitaria adequar-se o procedimento experimental às chapas de pequena espessura.

## 5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições em que a pesquisa foi conduzida, e após efetuar a análise e a discussão dos dados experimentais obtidos e interpretados estatisticamente, tornou-se possível concluir que:

. Os valores de desvio padrão referentes à espessura e densidade apresentados pelas amostras dos três tipos de chapa, foram inferiores a 10%, demonstrando uma boa uniformidade no processo de confecção das mesmas e fornecendo assim maior confiança nos dados estatísticos referentes aos ensaios realizados.

. O teor de resina em função da massa das partículas utilizadas na produção de chapas de partículas homogêneas de bambu apresentou um efeito significativo em todas as propriedades analisadas estatisticamente, com exceção dos valores de tração perpendicular, cujo ensaio foi prejudicado inadequada aderência entre as chapas confeccionadas com os adesivos utilizados no ensaio.

. Por meio da análise estatística foi possível concluir que não houve diferença significativa entre as chapas de partículas de bambu com 10% de resina e com 15% de resina na maioria dos ensaios realizados, sendo que as chapas de 5% de resina apresentaram desempenho inferior na maioria dos ensaios.

. Em relação à análise estatística entre chapas de aglomerado cru comerciais e as chapas com 10% de resina, pode-se afirmar que não houve diferença significativa entre as mesmas quanto aos valores apresentados no ensaio de dureza Janka. Sendo que nos demais ensaios referentes à absorção de água em 2 h e 24 h, inchamento em 2h e 24 h, compressão longitudinal e resistência à flexão, houve diferença significativa sendo que as chapas de aglomerado cru demonstraram resultados superiores, com exceção ao ensaio de inchamento em 24 h.

. A norma utilizada apresenta valores mínimos recomendados apenas para os ensaios de flexão estática, de arrancamento de parafuso, de inchamento e de absorção de água e tração perpendicular, realizados neste trabalho, dos quais, arrancamento de parafuso da face e do topo e tração perpendicular foram alcançadas pelos três tipos de chapas de partículas de bambu.

. Os resultados dos ensaios de dureza Janka, inchamento e absorção de água, e de arrancamento de parafuso indicam que todas as chapas produzidas nas condições apresentadas neste trabalho seriam mais indicadas para a fabricação de forros e divisórias sem funções estruturais, e para uso interno. Móveis e objetos poderiam ser fabricados, levando-se em consideração, o uso final respeitando-se a capacidade de carga suportada pelas chapas caracterizadas nos ensaios.

. O tamanho das partículas, as quantidades de poliól e pré-polímero na síntese da resina, a densidade da chapa, o teor de resina utilizada em função da massa de partículas de bambu, a espessura da chapa, ou a utilização de aditivos como a parafina, que melhoram certas propriedades específicas das chapas, podem variar na produção das chapas, em função da utilização final do material, obtendo-se assim um maior custo - benefício, tanto econômico quanto social e ambiental.

Como uma conclusão geral do trabalho, mostrou-se a possibilidade de confecção de chapas de partículas homogêneas de bambu aglomeradas com resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona. O teor de resina em função do teor de partículas afetou as características físicas e mecânicas das chapas, sendo mais recomendado o uso do teor de 10% em massa de resina em função da massa de partículas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2002). **NBR 14810 - Chapas de madeira aglomerada. Parte 1: terminologia**. ABNT. Rio de Janeiro, 5p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2002). **NBR 14810 - Chapas de madeira aglomerada. Parte 2: requisitos**. ABNT. Rio de Janeiro, 4p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2002). **NBR 14810 - Chapas de madeira aglomerada. Parte 3: métodos de ensaio**. ABNT. Rio de Janeiro, 2002. 27p.
- BERALDO, A.L.; AZZINI, A. (2004). **BAMBU: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES**. Livraria Editora Agropecuaria. Canoas-RS, 122 p.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento. (2002). <[www.bndes.br](http://www.bndes.br)> acessado em 02/06/2004.
- EUCATEX S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO (2004). Disponível em <[www.eucatex.com.br](http://www.eucatex.com.br)> acessado em 21/07/2004.
- GONÇALVES R.; SILVA S.A.M. (2002). **Avaliação de chapas de fibra de madeira utilizando ultra-som**. In: II CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS FLORESTAIS E I SEMINÁRIO EM TECNOLOGIA DA MADEIRA E PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIRÁVEIS. Curitiba, PR. CD-Curitiba, PR. CD-ROM..
- KEHL. Ind. e Comércio. <[www.kehl.com.br](http://www.kehl.com.br)> 21/04/2004.
- KOLLMANN, F.P. ; KUENZI, E.W. ; STAMM.(1975). **Principles of wood science and technology. Wood based materials. Properties of Particleboard. Nail-Holding and Screw-Holding Ability**. New York. p.523-529.
- MALONEY, T.M. (1977). **Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing**. San Francisco. 672p.
- MALONEY, T.M. (1996). **The family of wood composite materials**. Forest Products Journal. v.46, n.2, p.19 – 26.
- NASCIMENTO, M.F. (2003). **CPH-Chapas de Partículas Homogêneas - Madeiras do Nordeste do Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP. 117p.
- OLMOS, M.A.C. (1992). **Equipamento e Processo de Fabricação de Chapas de Madeira Aglomeradas a partir de Resíduos de Madeira**. Dissertação de Mestrado. São Carlos. SP. 110p.
- PIZZI A. (1994). **A. Advanced wood adhesives technology**. Marcel Dekker, New York. 297p.
- ZUCCO L.L. (1999). **Estudo da viabilidade de fabricação de placas de compósitos à base de cimento e casca de arroz**. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. 118 p.