

**END APLICADO A CHAPAS PRENSADAS DE PARTÍCULAS DE BAMBU E
ADESIVO POLIURETANA À BASE DE ÓLEO DE MAMONA**

Flávio Januário José¹ e Antonio Ludovico Beraldo²

Copyright 2006, ABENDE

Trabalho apresentado no I Seminário sobre a aplicação de Ensaios Não-Destrutivos na Madeira e em Materiais a Base de Madeira, Itatiba, São Paulo.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do (s) autor(es).

RESUMO

Foram produzidas chapas de partículas homogêneas de bambu (*Bambusa vulgaris* Schrad.) combinadas com 5%, 10% e 15% de adesivo poliuretano à base de óleo de mamona (*Ricinus communis*), em relação à massa de partículas de bambu. Das chapas foram retirados corpos-de-prova que foram avaliados por meio de ensaio não destrutivo (END) por ultra-som; a seguir aplicou-se o ensaio de compressão simples aos corpos-de-prova. Os resultados obtidos no ensaio de ultra-som e de compressão indicaram que as chapas fabricadas com teor de 10% de resina não diferiram estatisticamente daquelas fabricadas com o teor 15%, sendo ambas superiores às chapas fabricadas com o teor de 5%. No entanto, não foi possível correlacionar a velocidade do pulso ultra-sônico (VPU) com a resistência à compressão simples.

PALAVRAS-CHAVE: bambu, chapas homogêneas, óleo de mamona, poliuretano, END

1. INTRODUÇÃO

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*. A maioria das indústrias utiliza resinas uréia-formaldeído, que apresentam baixa resistência à umidade além de um alto teor de toxidade.

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. 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.

¹ Mestre em Engenharia Agrícola. casanaarvore@hotmail.com

² Doutor. Professor Associado. Faculdade de Engenharia Agrícola, Unicamp. beraldo@agr.unicamp.br

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 matérias-primas não renováveis, além de serem prejudiciais à saúde dos trabalhadores.

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.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Chapas de partículas aglomeradas de madeira

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

2.2. Bambu: características e utilizações

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 & AZZINI, 2004). Além disso, por não ser uma planta muito exigente quanto à fertilidade do solo, o bambu pode ser plantado em áreas marginais em uma propriedade agrícola.

2.2 Resina poliuretana à base de óleo de mamona

Conhecida internacionalmente como “Castor Oil” e no Brasil, por caturra, a mamona (*Ricinus communis*) é uma planta da família das Euforbiáceas, de cujas sementes é extraído o óleo de mamona, também conhecido como óleo de rícino (figura 1).

A partir do óleo de mamona torna-se possível sintetizar polióis, os quais combinados com pré-polímeros de diferentes características, originam um poliuretano. Esta mistura entre um poliól (à base de mamona) e um pré-polímero (isocianato), misturados a frio, leva à reação de polimerização da mistura. Esta reação conduz à formação da poliuretana, podendo-se variar a porcentagem de poliól, o que definirá a maior ou menor dureza do polímero. A temperatura age como um catalisador permitindo reduzir o tempo necessário para a prensagem de um painel.

Devido aos incentivos governamentais, visando substituição de até 2% do óleo diesel, o plantio de mamona deve crescer significativamente em todo o território brasileiro, podendo-se prever uma grande oferta dessa matéria-prima renovável. Uma das possibilidades de uso, portanto, pode ser aquela na qual se contemple a produção de um adesivo alternativo, com grande apelo ecológico.



Figura 1- Folha e cacho de mamona (*Ricinus communis*) com as sementes.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Partículas de Bambu

Foram cortados colmos maduros (cerca de 4 anos) de bambus da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad, extraídos de touceiras situadas na área experimental da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp.

3.3 Obtenção das partículas de bambu

As partículas de bambu obtidas da desintegração dos colmos em moinho-de-martelos foram peneiradas e separadas com o auxílio de peneiras adotando-se, para a fabricação das chapas, as partículas cujas espessuras estavam compreendidas entre 0,42 mm e 2,40 mm.

3.2 Resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona

Como aglomerante foi utilizada a resina poliuretana bi-componente à base de óleo de mamona, fabricada pela KEHL Indústria e Comércio, de São Carlos (SP - www.kehl.com.br). Os teores de resina adotados foram de 5%, 10% e 15% em relação à massa de partículas de bambu secas ao ar (em torno de 8% de teor de umidade).

3.4 Produção das chapas

Foram confeccionadas dez chapas de 40 cm x 40 cm x 1,5 cm para cada tipo de tratamento, adotando-se o procedimento recomendado por Nascimento (2003).

3.5 Aplicação do aglomerante às partículas de bambu

Adotou-se a proporção recomendada pelo fabricante, ou seja, de uma parte de pré-polímero para duas partes de poliól, para os 3 teores em resina (5%, 10% e 15% em relação à massa de

partículas de bambu). Após a pré-homogeneização, a mistura era colocada em uma bateadeira planetária, e misturada por 5 min, sendo então colocada em um outro recipiente.

3.6 Formação do colchão de partículas de bambu

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 às das chapas, ou seja, de 40 cm x 40 cm.

4.2.2.3. Prensagem

O colchão de partículas foi depositado entre as placas metálicas 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. 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 médias de 30 cm x 30 cm x 1,5 cm.

4.2.3 Método de Ensaio

a) Não destrutivo: os corpos-de-prova do ensaio precedente foram inspecionados por meio de ultra-som, com o auxílio do equipamento Ultrasonic Tester BP-7 (Steinkamp), utilizando-se de sensores de seção exponencial, com frequência de ressonância de 45 kHz (figura 2).

b) Destrutivo: o ensaio de resistência à compressão (figura 3) das chapas de partículas de bambu aglomeradas com resina à base de óleo de mamona obedeceu às recomendações da NBR 14810- Chapas de madeira aglomerada - Parte 3 – métodos de ensaio.

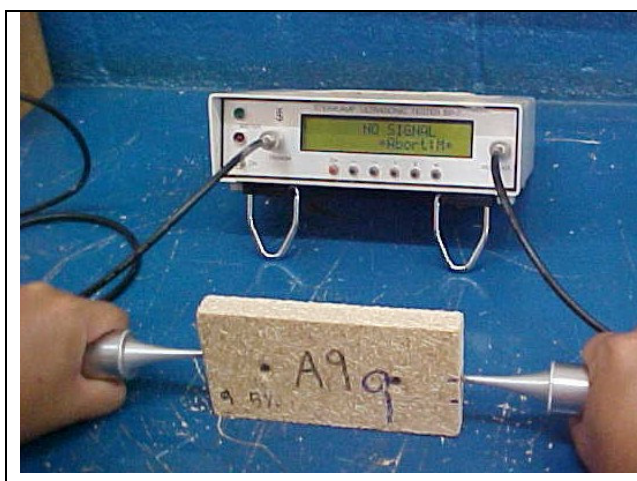


Figura 2 – Ensaio de ultra-som.

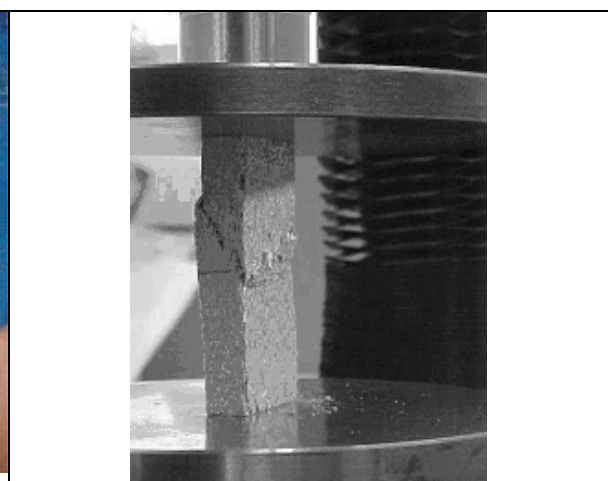


Figura 3 – Compressão simples.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do ensaio não destrutivo (END) por ultra-som, possibilitaram a obtenção da velocidade de propagação do ultra-som (VPU) longitudinal 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 nas VPU (1,90 km/s e 1,99 km/s, respectivamente), superiores à VPU para a dosagem de 5% (1,56 km/s). Esses resultados foram confirmados pela avaliação dos corpos-de-prova por meio do ensaio de compressão simples: 3,35 MPa, 6,20 MPa e 6,39 MPa, para 5%, 10% e 15% de resina, respectivamente.

Cumprido ressaltar que os valores de compressão obtidos para as chapas estudadas encontram-se muito inferiores àqueles obtidos experimentalmente em chapas de aglomerado cru (da ordem de 14 MPa), podendo em grande parte atribuir-se essa deficiência à inadequada distribuição do adesivo poliuretano na massa das partículas de bambu.

Embora, devido às particularidades existentes no ensaio (dimensão dos corpos-de-prova e frequência de ressonância dos sensores eletroacústicos utilizados – 45 kHz) 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 o valor da VPU correspondente à espessura, sendo esta a menor VPU obtida.

Não foi possível correlacionar a resistência à compressão simples 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, obtendo correlações com a densidade e com o módulo de elasticidade das chapas. No entanto, para outros materiais (compósitos cimentícios prensados, por exemplo) a ausência de correlação já havia sido relatada por Zucco (1999), ao avaliar corpos-de-prova de compósitos prensados fabricados com cimento e casca de arroz, por meio de ultra-som. 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.

Baseado na relação custo e benefício, tendo em vista que a resina é o material de maior valor econômico e ambiental na composição da chapa, torna-se mais indicada, portanto, a produção de chapas de partículas de bambu com 10% de resina poliuretana à base de óleo de mamona.

5. CONCLUSÕES

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

. 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.

. O tamanho das partículas, as quantidades de poliól e de 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, afetam significativamente as propriedades específicas das chapas. A adoção de novos fatores relacionados com a fabricação das chapas deve ser levada 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). BAMBÚ: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES. Livraria Editora Agropecuária. Canoas-RS, 122 p.

GONÇALVES R.; SILVA S.A.M. Avaliação de chapas de fibra de madeira utilizando ultrassom. 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. 2002.

KEHL. Indústria e Comércio. <www.kehl.com.br> Acessado em 21/04/2004.

MALONEY, T.M. Modern Particleboard & Dry-Process Fiberboard Manufacturing. San Francisco. 672p. 1977.

NASCIMENTO, M.F. CPH - Chapas de Partículas Homogêneas - Madeiras do Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos – SP. 117p. 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. <www.sbs.org> Acessado em 20/10/2004.

ZUCCO L.L. 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. 1999.