

PRODUÇÃO DE FIBRAS DE BAMBU PARA A FABRICAÇÃO DE COMPÓSITA POLIURETANA DE MAMONA

Aluna: Leila de Carvalho e Carvalho
Orientador: Khosrow Ghavami

Introdução

Tradicionalmente, a população asiática usa o bambu para alimentação, moradia, objetos de uso doméstico, móveis, ferramentas, instrumentos musicais, etc. O bambu é um material de grande abundância em regiões tropicais e subtropicais do mundo, tem um rápido crescimento, apresenta boa resistência mecânica e especialmente resistência a tração além de possuir uma alta relação resistência e peso específico em relação aos outros materiais convencionais como aço, concreto e madeira. Considerando que o bambu também é um material renovável e não poluente, torna-se um produto potencialmente econômico e sustentável. No âmbito de utilizar o bambu como material de construção, além de outros materiais não convencionais como fibras de coco, sisal, curauá, banana e outras fibras naturais, têm sido desenvolvidos desde 1979, no Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio, sob orientação do Prof. K. Ghavami, diversos programas de pesquisa [1].

Os compósitos poliméricos reforçados por fibras contínuas apresentam-se entre os com melhores resistências mecânicas em relação aos materiais convencionais. Estes possuem alta rigidez e resistência na direção das fibras, porém demonstram um baixo desempenho na direção transversal das mesmas [2] o que pode ser superado produzindo-o em forma de placas ortogonalmente reforçadas. Este trabalho apresenta resultados das pesquisas que faz parte inicial de um estudo para se obter fibras longas de bambu a serem utilizados para a produção dos compósitos de polímeros naturais. Baseado nos estudos da fabricação das fibras longas convencionais com outros materiais fibrosos, foi desenvolvido uma técnica apropriada para a produção fibras longas do bambu.

Objetivo

Iniciar o desenvolvimento de uma metodologia adequada ao desfibramento do bambu, na obtenção de fibras longas, mantendo as suas características mecânicas de resistência para a produção de um novo compósito com matriz polimérico natural.

Denominações dadas ao processo desfibrilamento

Pode-se encontrar na literatura diversas denominações para o mesmo processo, como: desfibração, desfibragem, desfibramento, desfiação ou desfibrilamento. Todos visam retirar fibras de material fibroso. Neste estudo a terminologia “desfibrilamento” está adotada.

Metodologia

Baseado em uma pesquisa relativamente rigorosa sobre os métodos existentes para desfibramento em materiais fibrosos, três métodos principais são classificadas: a) Processo Mecânico, b) Processo Químico e c) Processo Semi-químico. Em seguida são apresentadas as etapas de cada processo em detalhes.

1. Processos Mecânicos

São processos que visam à extração da fibra manualmente ou com auxílio de equipamentos específicos para este fim.

1.1) Fibras no caule, como no Linho (Fig. 1): a separação das fibras do Linho (Fig. 2) é realizada em três etapas. São elas:

a) Trituração: o lenho é quebrado em pequenos pedaços conhecidos como aparas, mediante a ação perpendicular de uma força sobre o talo. As aparas, contudo, aderem ainda em grande parte às fibras;

b) Espadelagem: o lenho quebrado é removido mediante o trabalho de cardagem (ou penteamento) e batidas, feitas no sentido dos talos;

No processo mecânico destacam-se mesmo fibrilas dos feixes paralelos de filaça. Estas fibras curtas e desordenadas, formam a estopa de espadelagem. As fibras longas e paralelas, têm o nome de linho espadelado, enquanto as fibras curtas são chamadas de estopa espadelada.

c) Assedagem: consiste na separação das fibras longas do linho com a da estopa, que são mais curtas. A assedagem provoca mais um desmanchamento e uma purificação das fibras paralelas. A finalidade da assedagem é desmanchar mais os feixes de filaça por meio de agulhas, e deixá-los mais finos. Durante este trabalho, as fibras curtas são removidas mediante a penteagem formando a estopa de assedagem, que é mais fina que a estopa de espadelagem. A fibra longa assedada tem o nome de linho assedado. Pode ser fiada mais fina que a estopa de espadelagem e de assedagem, e os fios apresentam maior resistência.



Fig. 1 - Caule e Palma de Linho



Fig. 2 - Fibras de Linho

1.2) Fibras no pseudocaule, como na Bananeira (Fig. 3): a separação das fibras da bananeira é realizada em seis etapas. São elas:

a) Corte: para facilitar o manuseio das fibras, as camadas deverão ser cortadas em tiras de cerca de dois dedos de espessura, cortadas de fora para dentro, com o auxílio de uma faca;

b) Raspagem: com o auxílio da faca, retira-se o excesso de mucilagem e a película externa;

c) Separação - com o auxílio de um garfo, abrem-se sulcos e com o auxílio de uma escova de aço, separam-se as fibras em pequenos feixes;

d) 1ª Secagem - quando estiverem devidamente separadas e livres de resíduos, estendem-se os feixes no varal para secagem (Fig. 4). Em dias de sol, as folhas estarão secas após seis ou oito horas;

e) 1ª Lavagem - depois de secas as fibras, estas devem ser lavadas em água sanitária;

f) 2ª Secagem - após esta lavagem, elas devem ir novamente para secar ao sol de um a três dias, dependendo do tempo.

Depois destas etapas, as fibras estarão prontas para serem trabalhadas, podendo até serem pintadas com tintas de roupas comum, em água quente. Para impedir que as fibras não sejam deterioradas por fungos e bactérias, é preciso mantê-las em locais fechados.

Recomenda-se um local de trabalho que seja coberto e ventilado, um ponto de água para lavagem das tiras ou de feixes de fibras e um varal para a secagem.



Fig. 3 – Pseudocaule da Bananeira



Fig. 4 - Fibras de Bananeira

1.3) Fibras no colmo, como em Cana-de-Açúcar (Fig. 5): a separação das fibras é realizada em uma etapa. É ela:

a) Desfibramento - é feito em um desfibrador cuja finalidade é abrir as células que contém o caldo de cana, geralmente são formados por martelos ao invés de facas e o processo é feito esmagando a cana entre os martelos e uma placa fixa (Fig. 6).



Fig. 5 - Cana-de-Açúcar

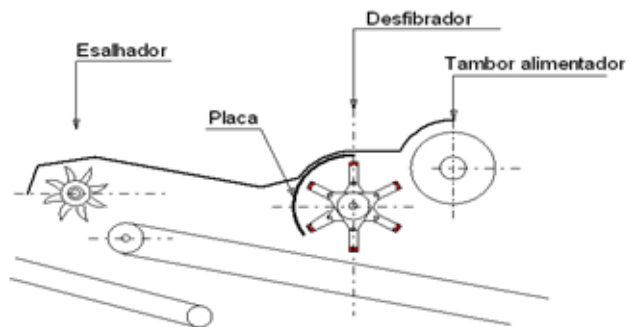


Fig. 6 - Esquema de desfibrador de Cana-de-Açúcar

1.4) Fibras nas Folhas, como no Sisal (Fig. 7): a separação das fibras do Sisal é realizada em quatro etapas. São elas:

a) Lavagem: as folhas já cortadas devem ter as fibras lavadas, a fim de livrá-las do suco clorofílico e da mucilagem pética da polpa;

b) Desfibragem mecânica: é feita em máquinas denominadas “Máquina Paraibana” ou “Máquina de Agave” (Fig. 8), estas máquinas têm por finalidade desfibrar a folha de sisal;

c) Secagem: a fibra úmida é transportada para um terreno provido de estaleiros para secagem. O secador é geralmente feito com uma armação de madeira ou de varas de bambu, providas com 1 a 4 fios de arame galvanizado, de modo que as fibras sejam espalhadas para receber, igualmente, os raios solares (Fig. 9). Esse processo de secagem ao sol pode ser feito em apenas um dia. Porém, a ação dos ventos sobre as fibras faz com que elas fiquem emaranhadas e torcidas;

Pesquisas realizadas nesse sentido vieram mostrar que, saindo a fibra ainda verde dos processos de desfibramento e lavagem, o que ela necessita primeiro é de um alvejamento. Se a ação provocada pelos ventos e pelo próprio calor da atmosfera consegue secá-la antes, então as fibras continuarão esverdeadas e a sua exposição já seca ao sol somente contribui para torná-las "queimadas".

d) Limpeza da fibra seca: esse processo é conhecido por "batida ou escovamento", por meio do qual é possível retirar os restos de polpa aderentes. Essa operação é realizada pelas bateadeiras, que são máquinas de concepção semelhante à das desfibradeiras [3].



Fig. 7 – Exemplos de Sisal ou Agave



Fig. 8 - Máquinas Paraibanas ou Máquinas de Agave



Fig. 9 - Fibras de Sisal

1.5) Fibras (curtas) nos colmos, como no bambu (Fig. 10): a separação das fibras (Fig.11) do bambu é realizada em três etapas. São elas:

a) Corte dos cavacos: após a colheita, os colmos são medidos e dimensionados quanto ao comprimento e ao diâmetro basal. Na amostragem de cada colmo, consideram-se as regiões da base, do meio e da ponta;

b) Laminação: a partir de cada região, retiram-se três entrenós consecutivos, laminando suas paredes manualmente no sentido longitudinal, com auxílio de uma faca de uso doméstico;

c) Desfibramento: é feito em um liquidificador comum de copo invertido, com tempo de desfibramento de 30 segundos e relação entre massa de cavacos e quantidade de água, de 1:33, conforme procedimento desenvolvido por Azzini (1984) [4].



Fig. 10 – Bambu

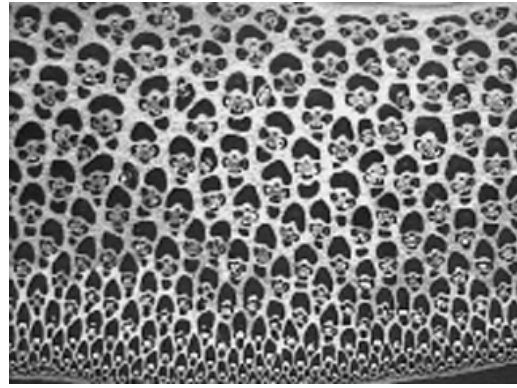


Fig. 11 – Detalhe microscópico das fibras de bambu

2. Processos Químicos

São processos que visam à remoção parcial da lignina existente na lamela média, permitindo a separação ou individualização das fibras. O produto resultante do processo recebe o nome de celulose, polpa ou pasta celulósica. A operação do processo destinada à deslignificação da madeira recebe o nome de cozimento ou digestão e é executada em cozinhadores ou digestores. Para facilitar a ação do agente de deslignificação geralmente se empregam altas temperaturas e pressões. Dependendo destes agentes, os processos são classificados em alcalinos ou ácidos. Dentre os alcalinos, os principais são: processos soda, sulfato e Kraft. Dentre os ácidos: processos sulfito-ácido e bissulfito.

2.1) Processo soda: a separação das fibras através deste método é realizada em digestores, no qual o madeira geralmente em forma de cavacos é colocada em contato com a solução química durante um certo tempo.

O licor de cozimento (solução química reagente) utilizado é exclusivamente formado por hidróxido de sódio (NaOH).

Atualmente o processo soda está sendo abandonado em favor do processo sulfato, pelo fato de dar menor rendimento e qualidade inferior à celulose. Todavia, o processo soda ainda é largamente empregado na produção de celulose a partir de palhas, bagaço e outros resíduos agrícolas.

2.2) Processo sulfato: a separação das fibras é muito semelhante com o processo soda, sendo que sua principal diferença está no licor de cozimento, que é formado por uma mistura de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S), numa proporção aproximada de 75% do primeiro e 25% do segundo.

2.3) Processo Kraft: a separação das fibras é praticamente a mesma que nos processos químicos acima citados. A diferença entre os processos sulfato e kraft está no fato deste último produzir uma celulose escura, com teor de lignina residual mais elevado, o que o torna anti-econômico, já que não é recomendado, tecnicamente, o branqueamento da mesma.

As grandes vantagens do processo Kraft sobre o sulfato são: maior rendimento e celulose de excepcionais resistências físico-mecânicas. Em termos de matérias-primas, os processos sulfato e Kraft se destacam pela sua versatilidade, não havendo praticamente limitação alguma do ponto de vista técnico.

2.4) Processos sulfito-ácido e bissulfito: são processos químicos nos quais a participação de energia mecânica para desfibrar os cavacos é mínima ou desprezível. A diferença fundamental entre ambas reside no licor de cozimento, que é uma solução de bissulfito de sódio, amônio, cálcio ou magnésio, que pode ou não ter um excesso de anidrido sulfuroso dissolvido. Dependendo do pH de licor, o processo é classificado como sulfito-ácido (pH = 1,5 – 2,5) ou bissulfito (pH = 2,5 - 5,5).

As grandes desvantagens deste processo são: não pode ser aplicado em toda ou qualquer espécie vegetal. Principalmente resinosas que necessitam geralmente de maiores períodos de tempo de cozimento e a celulose é menos resistente.

3. Processos Semi-químicos

São processos intermediários aos químicos e mecânicos e, conseqüentemente, requerem um tratamento químico suave, seguido de um tratamento mecânico, visando a separação das fibras. As principais matérias-primas recomendadas são folhosas e resíduos de serrarias. O número de processos é bastante grande e, comercialmente, se destacam: processo soda a frio, e processo sulfito neutro (NSSC).

3.1) Processo soda a Frio: a madeira cortada geralmente em forma de cavacos é colocada numa solução de NaOH (soda cáustica) diluída, por algumas horas e depois desfibrada mecanicamente, observando-se que uma menor quantidade de energia mecânica é necessária. A energia química do NaOH rompeu algumas forças adesivas intercelulares. No produto final, notam-se fibras mais completamente separadas, uma pequena dissolução de lignina e algumas polioses são dissolvidas.

3.2) Processo sulfito neutro: semelhante ao processo semi-químico citado acima, sua diferença consiste principalmente no licor de cozimento que é o sulfito de sódio com adição de carbonato de sódio (para mantê-lo ligeiramente alcalino). A celulose semi-química obtida por este processo, chamada abreviadamente de NSSC, é muito usada para madeiras duras e em menor escala para coníferas de baixo teor de resina. Geralmente os rendimentos obtidos para esta celulose não branqueada são altos, com um teor elevado de lignina e hemicelulose, sendo necessário desfibramento mecânico logo após o cozimento.

Procedimento

Após este estudo, foi realizado o seguinte procedimento mecânico para obtenção de fibras longas de bambu:

a) Encharcamento: colocam-se os corpos de prova de bambu em um recipiente com água para torná-los mais maleáveis para o processo seguinte;

b) Desfibramento: após sete dias, os corpos de prova são retirados e levados à uma máquina com cilindros horizontais e alinhados com uma folga entre eles, no qual é possível passar o corpo de prova (cavaco) de bambu. Esta montagem permite regular a folga entre os cilindros, tomando o cuidado para não esmagar as fibras;

As quantidades de rolamento (“passagens”) do corpo de prova no equipamento são registradas para determinar o número de repetições adequadas.

c) Secagem: finalmente coloca-se o corpo de prova em uma estufa a temperatura de 38°C por 24 horas para que a água seja totalmente evaporada;

d) Separação: separação das fibras, manualmente por fricção.

Conclusões

Após a revisão bibliográfica e os ensaios com o processo mecânico escolhido, percebeu-se que os resultados obtidos não foram os esperados, pois as fibras não foram longas como necessário. Isso deve ter ocorrido pelo fato da celulose ser um polímero natural dificilmente solúvel em água. Outro problema encontrado foi o esmagamento das fibras superficiais dos corpos de prova, fazendo com que estas perdessem suas características iniciais. Como continuação deste trabalho, serão realizados processos químicos e mecânicos para obtenção de fibras longas, verificando se as características mecânicas das mesmas permanecerão em boas condições de uso.

Referências

- 1 - GHAVAMI, K. Bambu: Um Material Alternativo na Engenharia. **Revista do Instituto de Engenharia**, n.492, p. 23-27, 1992.
- 2 – SILVA, R. V. **Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais**. São Carlos, 2003. 22p. Tese Doutorado em Ciências e Eng. de Materiais – Área interunidades em Ciência e Engenharia de Materiais, USP.
- 3 - OASHI, M.C.G. **Estudo da cadeia produtiva como subsídio para pesquisa e desenvolvimento do agronegócio do Sisal na Paraíba**, Florianópolis, 1999. 79p. Tese Doutorado em Eng.de Produção - Programa de Pós-graduação em Eng. de Produção, UFSC.
- 4 - AZZINI, A.; GONDIM-TOMAZ, R. M. A.; ERISMANN, N. M. **Desfibramento De Cavacos Laminados De Bambusa Vulgaris Schrad Visando À Extração De Amido**. Bragantia, Campinas, v. 57, n. 1, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051998000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 May 2007.