

Estudo das Propriedades físico mecânicas do material lenhoso da palmeira Pupunha (*Bactris gasipaes*)

Aluno: Bruno Temer

Orientador: J.R.M. D`Almeida

Introdução

A Pupunha (*Bactris gasipaes*) é uma palmeira nativa da região Amazônica, da qual se extrai hoje um palmito de excelente qualidade. O agronegócio baseado na sua exploração é bastante recente, mas a cultura da Pupunha é antiga na região, e sua domesticação tem origem remota, quando os povos nativos iniciaram atividades agrícolas.

A enorme demanda pela produção de palmito comestível existente hoje no Brasil ainda não é atendida plenamente – estima-se que esta demanda seja da ordem de 100.000 toneladas anuais, das quais apenas a metade é produzida atualmente. A extração predatória de palmito de açaí, juçara e outras palmáceas nativas, tem levado à proibição do abate destas espécies e ao estímulo ao cultivo de alternativas. Dentre estas, a mais atraente tem sido a Pupunha, que, ao contrário de outras espécies que levam anos para se desenvolver e produzem apenas uma peça de palmito por palmeira abatida, a Palmeira de Pupunha tem produção anual a partir de dois anos e meio de desenvolvimento. *Fig. 1.*

Para alimentar este mercado em constante crescimento, os produtores dedicam grandes áreas de plantio à cultura de Pupunhas adultas, objetivando a produção de frutos e sementes. Estas palmeiras iniciam sua produção por volta dos 8 anos de idade. Devido às grandes alturas, que dificultam a colheita, e à diminuição considerável na produtividade, ao atingirem entre 12 e 15 anos os produtores são forçados a manejar a touceira para dar lugar ao estipe em frutificação. Este processo gera como subproduto um elevado volume de material lenhoso do estipe, com características similares à madeira de espécies arbóreas. *fig. 2.*

Este material é utilizado há muitos anos na forma de artesanato e na confecção de artigos indígenas, como é o caso do arco e flecha, que atestam, na cultura popular, suas excelentes propriedades mecânicas e sua resistência a intempéries. No entanto ainda não há um estudo científico voltado para a obtenção e normatização destas propriedades.



Figura 1



Figura 2

Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo não só estudar as propriedades físico-mecânicas da

estipe de pupunha, mas também identificar diferenças entre as regiões da estipe. Estes dados servem como base para uma caracterização que permita conhecer as propriedades do material em questão e, avaliar o seu aproveitamento, possibilitando estimar a disponibilidade da matéria prima que estaria apta a ser usada como material estrutural, além da viabilidade do seu uso como alternativa ao desmatamento.

Metodologia

Se fizermos um corte transversal na estipe da palmeira adulta podemos observar que possui uma camada externa, uma espécie de casca bastante resistente, com a presença de muitas fibras longas alinhadas axialmente, apresentando propriedades similares as de espécies arbóreas e macro-estrutura muito similar a da camada externa do bambu. Já a camada interna é menos densa e não possui propriedades mecânicas que permitam seu uso como material estrutural. *Fig. 2*. Sendo assim focamos o nosso estudo na camada externa da palmeira.

No entanto ao realizarmos uma análise mais próxima pode-se observar que até mesmo na camada externa, tida como uniforme, haviam variações em sua macro estrutura, principalmente no que diz respeito à concentração das fibras, que apresentavam um gradiente decrescente em direção ao eixo central da estipe, ou seja, quanto mais próximo do eixo central, menor era a concentração observada. *Fig. 3*.



Figura 3

Com o objetivo de identificar as diferenças das propriedades, e do comportamento térmico, do material oriundo da “casca” da estipe, foram preparados corpos de prova da camada mais externa e da mais interna da mesma.

Para os testes de TGA, material oriundo das duas camadas da casca da estipe foram transformados em pó com tamanhos de grão com relativa regularidade, este material foi submetido ao modelo Perkin-Elmer, no equipamento Pyris 1. A massa média das amostras era de cerca de 5.2mg, e a faixa de temperatura na qual o teste foi realizado era de 30°C a 650°C, para este teste foram usadas diferentes taxas de aquecimento: 10 °C/min, 20 °C/min, 30 °C/min e 40 °C/min com a intenção de avaliar a energia de ativação para o processo de degradação do material.

Para as análises dinâmico mecânicas foram realizados testes Perkin-Elmer DMA, modelo DMA7E. Os testes efetuados na frequência de 1Hz, de -50 °C a 350 °C, usaram um ferramental de três apoios que induzia à fissura em um vão de 15mm. Para estes testes os corpos de prova possuíam espessura de 3 mm, com 20mm de comprimento e 6mm de largura.

Em um momento posterior, tendo em mãos os resultados dos testes micro-estruturais foram realizados testes de flexão, em corpos de prova com 1cm de espessura, 2,54 cm de largura por 18 cm de comprimento, também submetidos à um ferramental de três apoios que induzia à ruptura em um vão de 16cm, seguindo a norma ASTM D790 para compósitos. Este teste teve

como objetivo avaliar a resistência mecânica do material em questão.

Resultados e discussão

1. Testes DTMA E TGA.

A figura 4, resultado dos testes de TGA, mostra em vermelho o termograma do comportamento de ambos os materiais o mais externo e o interno da casca da palmeira de Pupunha, que se mostraram bastante similares apesar das diferenças estruturais observadas a olho nu. Na curva da derivada, DTG, os picos indicam que a perda de massa se deu em três etapas principais.

A primeira perda significativa de massa se deu a baixas temperaturas indicando serem referentes a perda de umidade, para ambos os materiais interno e externo da casca da palmeira os valores foram muito próximos, em torno 8,12% e 8,14% respectivamente, resultados coerentes com a bibliografia a respeito de outros materiais ligno celulósicos como a Juta [1] e a Esponja [2], assim como os dados referentes a outra palmeiras como a Piassava [3] e os colmos de Bambu [4,5].

A perda de massa até a temperatura de 200°C foi relativamente baixa apresentando valores de 8,22% para a camada mais externa e de 8,22% para a camada interna. O que demonstra um estabilidade térmica do material em questão, comparável aos resultados obtidos para a fibra de Sisal [6].

O segundo pico observado na curva DTG é associado à decomposição da hemicelulose, que apresentou resultados acima do esperado, se comparado com os valores obtidos para outros materiais ligno-celulósicos a temperaturas entre 260 a 281°C [7,8], no entanto estes resultados não são inesperados, pois é sabido que estes valores das temperaturas de degradação sofrem alterações em diferentes espécies, tendo em vista que a composição e a interação entre os diferentes compostos do mesmo material varia, e por consequência altera as propriedades do mesmo, incluindo o pico de temperatura para degradação.

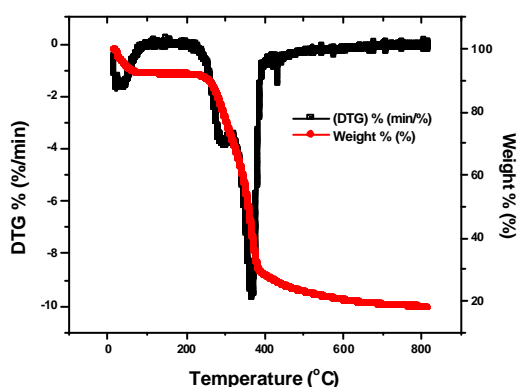


Figura 4

rearranjos estruturais a partir do momento que o material entra na zona de comportamento visco elástico. Pode se observar também uma diferença, principalmente a temperaturas intermediárias - de 100 0C a 250 0C -, no comportamento do material externo e interno no que diz respeito a taxa de queda do E'. que pode ser uma consequência da diferença na concentração de fibras entre as duas regiões em estudo (Fig.3).

As figuras 5 e 6 representam respectivamente os resultados obtidos para os testes de DTMA, Análise Termo-mecânica Dinâmica, para os materiais oriundos das camadas interna e externa, respectivamente

A partir destes resultados pode se observar que o comportamento dinâmico do material em questão é relativamente complexo, tendo em vista que os gráficos apresentam picos de recuperação na curva E', que sugerem

A queda abrupta do E' observada nas temperaturas próximas a 340°C , concorda com os valores esperados para a ocorrência da degradação térmica mais significativa.

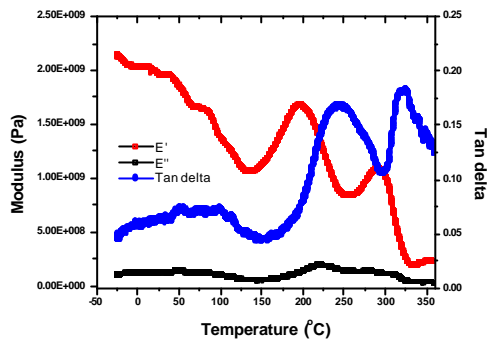


Figura 5

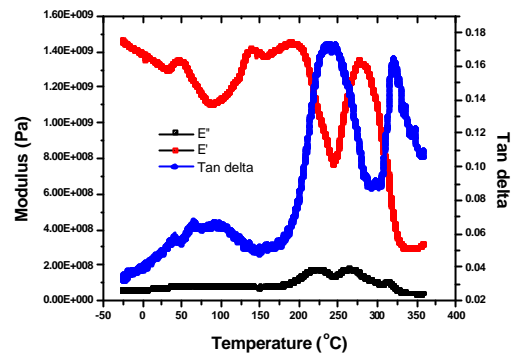
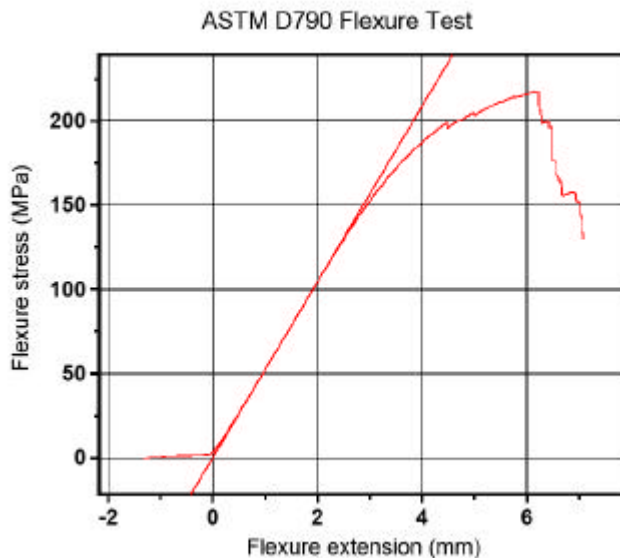


Figura 6

2. Teste de Flexão



A figura 7 representa os resultados obtidos nos testes de flexão do material extraído da estipe da palmeira Pupunha, que se mostraram bastante superiores aos esperados, apresentando limite de escoamento próximo aos 200MPa.

Nos resultados dos testes de flexão pode se observar também a presença de picos de recuperação, como os encontrados nos testes DTMA, que permitiram que o material suportasse cargas próximas aos 250 MPa antes de romper por completo.

Estes valores se mostraram muito superiores aos encontrados para o Bambu, se aproximando dos valores obtidos para o compósito polimérico de fibra de Vidro e resina Poliéster tido como compósito extremamente resistente, utilizado desde a confecção da carroceria de automóveis e de embarcações, à confecção de tubulações de alta pressão.

Coclusões

Os resultados dos testes TGA e DTMA demonstraram que o comportamento térmico de ambas as seções da casca da estipe de Pupunha são bastante similares, apontando para um excelente aproveitamento do material lenhoso por ora descartado no processo de manejo seletivo das palmeira adultas.

As primeiras impressões nos testes mecânicos indicam que o material possui excelentes propriedades Físico – Mecânicas, inclusive altíssima resistência a flexão, apontando favoravelmente para o aprofundamento do estudo de seu uso como alternativa não madeireira para a construção civil e a confecção de mobiliário, podendo ser utilizado como material estrutural sem maiores prejuízos para o projeto.

Este estudo serviu como fundamento para permitir que, o material testado fosse aplicado, na forma de compensado, na confecção de mobiliário e artigos esportivos de alto desempenho.(*figuras 8 e 9 respectivamente*).



Figura 8



Figura 9

Referências

1. Das, S., Saha, A. K., Choudhury, P. H., Basak, R. K., Mitra, B. C., Todd, T., Lang, S., Rowell, R. M., *J.Appl.Polym.Sci.*, 76 (2000) 1652
2. d'Almeida, A. L. F. S., Barreto, D. W., Calado, V., d'Almeida, J. R. M., *Polym.Polym.Comp.*, 14 (2006) 73
3. d'Almeida, J. R. M., Aquino, R. C. M. P., Monteiro, S. N., *Comp.Part A*, 37 (2006) 1473
4. Deka, M., Das, P., Saikia, C. N., *J.Bamboo and Rattan*, 2 (2003) 29
5. d'Almeida, A. L. F. S., Silva, F. A., d'Almeida, J. R. M., *Anais do X EBRAMEM*, Águas de São Pedro, SP, CDRom, file EB-11-03, 2006
6. Bismark, A., Mohanty, A. K., Aranberri-Askargota, I., Czaplá, S., Misra, M., Hinrichsen, G., Spronger, J., *Green Chem.*, 3 (2001) 100
7. Ramiah, M. V., *J.Appl.Polym.Sci.*, 14 (1970) 1323
8. Órfão, J. J. M., Antunes, F. J. A., Figueiredo, J. L., *Fuel*, 78 (1999) 349