

COMPORTAMENTO TÉRMICO DA FIBRA DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA) ATRAVÉS DE ENSAIOS DE TGA E DSC¹

Anderson de Paula Barbosa²
Núbia Suely Silva Santos³
Michel Picanço Oliveira⁴
Frederico Muylaert Margem⁵
Isabela Leão Amaral da Silva⁶
Sergio Neves Monteiro⁷

Resumo

As propriedades térmicas da fibra da palmeira de buriti (*Mauritia flexuosa*) nativa do Brasil foram avaliadas a partir de análises técnicas termogravimétricas (TG/DTG) e de calorimetria exploratória diferencial (DSC). Para a realização destas análises, as fibras de buriti foram moídas até a obtenção de partículas em torno de 1mm. Realizaram-se testes em equipamentos TA Instruments modelos SDT 2926 e DSC 2910, operando em intervalos específicos de temperatura a uma taxa de aquecimento de 10°C/min. Os objetivos são obter através de termogravimetria (TG/DTG) uma temperatura em que ocorra à degradação da fibra. Além disso, estes resultados também mostraram picos térmicos relacionadas com a perda de massa entre 200°C e 500°C correspondente, respectivamente, para a decomposição da celulose e lignina/ hemicelulose. Os resultados de DSC permitem estimar as temperaturas iniciais e finais associados com a cristalização parcial da fibra de buriti. Além disso, a curva de DSC apresenta um pico endotérmico a 108,23°C correspondente à liberação de água de formação da fibra lignocelulósica.

Palavras-chave: Fibras de buriti; Análise térmica; TG/DTG; Ensaios de DSC.

THERMAL BEHAVIOR OF FIBER BURITI (*Mauritia flexuosa*) THROUGH TESTS TGA and DSC

Abstract

The thermal properties of buriti fibers were analyzed by thermogravimetric (TG/DTG) and differential scanning calorimetric (DSC) techniques. To perform these analyses, buriti fibers were ground to a particle size around 1 mm. TG/DTG and DSC tests were conducted respectively in models SDT 2926 and DSC 2910 TA Instruments equipments operating in specific temperature intervals at a heating rate of 10°C/min. The TG/DTG results showed that buriti fiber degradation occurred above 200°C. Moreover, these results also showed thermal peaks related to the mass loss at 200°C and 500°C corresponding, respectively, to the decomposition of cellulose and lignin/hemicelluloses. The DSC results permitted to estimate the initial and final temperatures associated with the partial crystallization of the buriti fiber. Furthermore, the DSC curve presents an endothermic peak at 108.23°C corresponding to the release of lignocellulosic formation water.

Key words: Buriti fibers; Thermal analysis; TG/DTG; DSC.

¹ Contribuição técnica ao 67º Congresso ABM - Internacional, 31 de julho a 3 de agosto de 2012, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Física, Doutorado, eng. Materiais CCT, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil; apbarbosa12@yahoo.com.br.

³ Arquitetura DS.c, Professora, Universidade Estadual do Pará (UEPA), Brasil.

⁴ Graduando Eng. Materiais, Lamav, CCT, UENF, Brasil.

⁵ Eng. Produção DS.c, pós doutorado, Lamav, CCT, UENF, Brasil.

⁶ Química Mestrando, Eng. De Materiais Lamav, CCT, UENF, Brasil.

⁷ Eng. de Materiais. PhD, Professor Titular, Lamav, CCT, UENF, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

As fibras naturais vem sendo utilizadas como reforço para produtos poliméricos, e vem aumentando significativamente, principalmente pelo alto preço das fibras sintéticas e à busca crescente por materiais de baixo custo provenientes de fontes renováveis⁽¹⁾.

Significativas são as vantagens apresentadas pelas fibras naturais como: baixa abradabilidade; atoxidade; baixa densidade; baixo consumo de energia e propriedades mecânicas e termoacústicas adequadas^(2,3).

Expressivas são as vantagens destas fibras sobre as fibras sintéticas incluindo também os aspectos ecológicos e sociais, em razão da melhor reciclabilidade e biodiversidade e do aumento da qualidade de vida dos habitantes de regiões onde é realizado o cultivo⁽⁴⁻⁶⁾.

Uma das fibras naturais com potencial para reforço de compósitos poliméricos é a fibra de buriti (*Mauritia flexuosa*) extraída do pecíolo do buritizeiro. Por se tratar de uma palmeira abundante na região norte do Brasil esta fibra é pouco utilizada no total da produção nacional das fibras naturais. No estado do Pará, assim como no Amazonas a exploração dos buritizeiros é uma atividade puramente extrativista, gerando desenvolvimento regional através de um manejo racional garantindo sua sobrevivência⁽⁷⁻⁹⁾.

Apesar de não ter grande resistência mecânica, a despeito das elevadas dureza e rigidez, já que sua máxima resistência à tração varia de 163 a 369 MPa, a fibra de buriti efetivamente reforça em flexão compósitos de matriz poliéster com até 50% em volume⁽¹⁰⁻¹²⁾. Entretanto, pouco se conhece sobre seu comportamento em temperaturas superiores à ambiente. Assim, este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento termogravimétrico e calorimétrico das fibras de buriti, investigando sua variação de massa e calorimétrica em função da temperatura.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de fibras de buriti foram extraídas de pecíolos da palmeira, adquiridas diretamente do estado do Para, da sua capital, Belém no mercado ver-o-peso e do entorno na cidade de Abaetetuba. A estabilidade térmica das fibras foi avaliada através de análises termogravimétrica (TG) e térmica diferencial (DTA) tendo como objetivo a medição da variação de massa de uma amostra em função da temperatura. Foi efetuada também uma análise calorimétrica diferencial (DSC).

Para a execução das análises, a fibra de buriti foi moída até a obtenção de partículas em torno de 1 mm. Foi utilizado o equipamento da TA Instruments Systems SDT 2960 (Figura 1a). A temperatura máxima dos ensaios foi de 700°C. Os seguintes parâmetros foram utilizados na análise de buriti: taxa de aquecimento de 10°C/min, partindo da temperatura ambiente até 700°C, em atmosferas de nitrogênio e oxigênio.

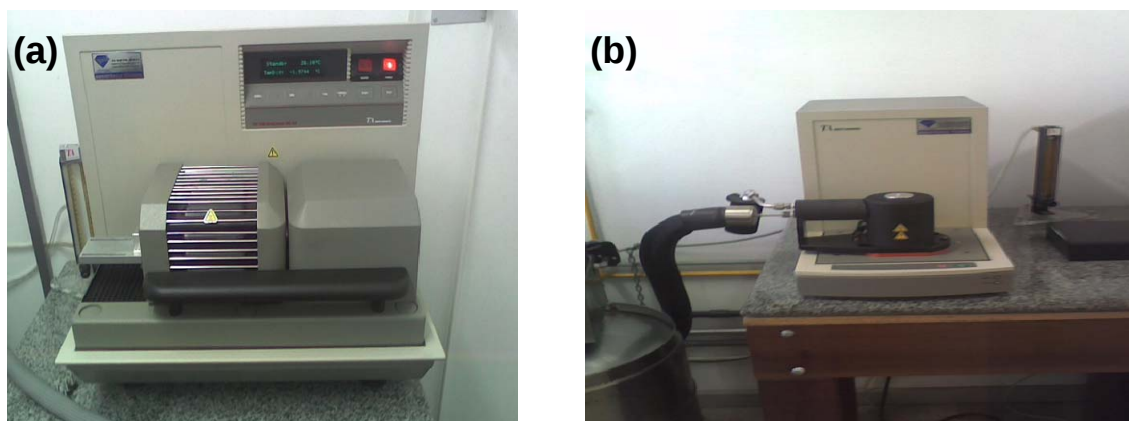


Figura 1. Equipamentos de Ensaios: (a) termogravimétricos e (b) calorimétricos.

Os ensaios de DSC foram conduzidos em amostras moídas de fibras de buriti utilizando um equipamento da TA. A Figura 1b ilustra o equipamento de DSC da TA Instruments modelo 2910 do Laboratório de Materiais avançados (LAMAV/UENF) utilizado neste trabalho.

Os parâmetros de ensaio usados para a realização do ensaio foram os seguintes: A temperatura máxima dos ensaios variou entre -10°C e 190°C . Taxa de aquecimento de $10^{\circ}\text{C}/\text{min.}$, em atmosferas de nitrogênio e oxigênio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de termogravimetria realizado na fibra de buriti mostrou perda de massa na faixa da temperatura ambiente até 200°C atribuído à perda de voláteis como água. Entre as temperaturas 200°C - 400°C observa-se distorções relacionadas principalmente pela degradação da hemicelulose e celulose.

Entre 400°C - 500°C percebe-se uma degradação lenta, relacionada principalmente à lignina das fibras, sendo este o componente mais difícil de ser decomposto.

Todo esse comportamento de perda de massa pode ser observado na Figura 2.

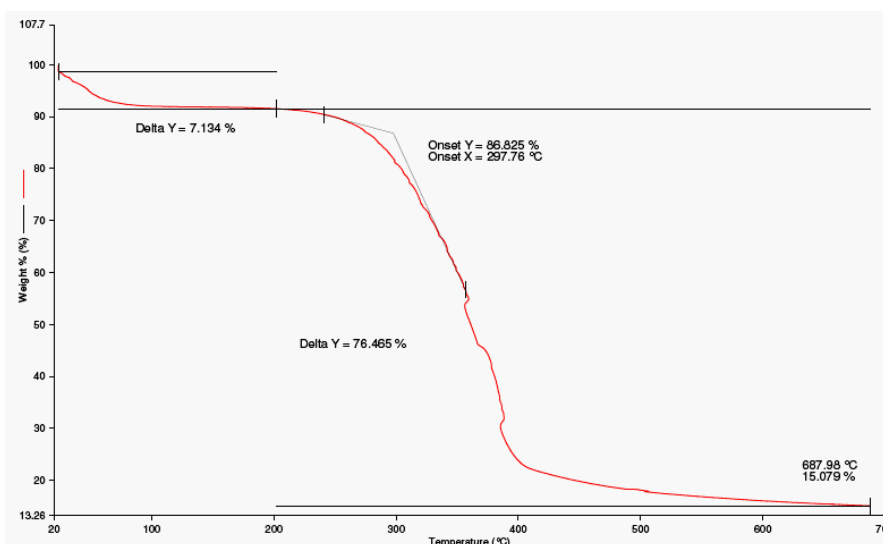


Figura 2. Análise Termogravimétrica das fibras de buriti.

Através da análise termogravimétrica foi possível observar que em atmosfera inerte, ocorreu uma perda de 71,13% de massa entre a temperatura ambiente e 200°C , devido à eliminação de água das fibras, como citado anteriormente. Após este

processo, ocorrem dois degraus: 76,46% de perda de massa a 337°C e 15,08% a 519°C, representando a degradação dos constituintes das fibras, hemicelulose, celulose e lignina.

No processo de pirólise é possível identificar que as diferentes degradações das fibras estão de acordo com a literatura⁽¹³⁾ um degrau na faixa de 200 a 290°C indicando a degradação de hemicelulose, a faixa de 240 a 260°C indicando a celulose, e 280 e 500°C para a lignina^(14,15).

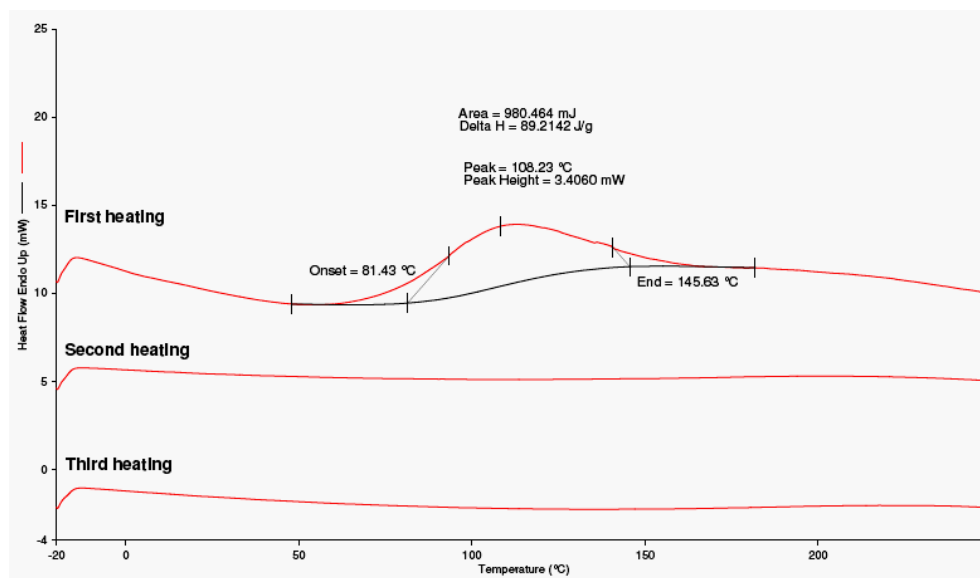


Figura 3. Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) das fibras de buriti.

Considerando a Figura 3, o pico endotérmico na curva DSC foi possível estimar a temperatura inicial de 81,43°C e temperatura final de 145,63 do processo de cristalização da fibra de buriti apresentando um pico de máxima em 108,23 valor próximo ao encontrado para fibra de pinçava.

Neste trabalho, os resultados de análise térmica mostraram que as fibras de buriti apresentam boa estabilidade térmica até 230°C, com processo de degradação em três etapas, o que é semelhante ao observado para as principais fibras naturais já utilizadas industrialmente, como o sisal⁽¹⁴⁾ e o coco⁽¹⁵⁾, o que abre novas e promissoras perspectivas para sua utilização.

4 CONCLUSÕES

- A análise termogravimétrica permitiu identificar a faixa de temperatura em que ocorre a primeira perda de massa (7,134%) da fibra de buriti, da temperatura entre 23°C a 200°C. Esta perda de massa pode ser atribuída à umidade absorvida pelas fibras, que, como todas as fibras lignocelulósicas, são hidrofílicas.
- A curva de TGA permitiu também caracterizar os processos, associados respectivamente à decomposição da celulose, lignina e hemicelulose ocorrem respectivamente nos degraus: primeiro de 200°C a 290°C indicando a degradação de hemicelulose, a faixa de 240°C a 260°C indicando a celulose, e 280°C e 500°C para a lignina.
- No ensaio de DSC foi possível determinar os tempos iniciais e finais do processo de cristalização parcial da fibra de buriti. A curva DSC apresenta um

pico endotérmico a 108,23°C. Este pico foi associado à perda de água de constituição da estrutura lignocelulósica da fibra de buriti.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Faperj, CNPq, Capes e Fenorte/Tecnorte o suporte a esta investigação na forma de recursos à pesquisa e bolsas.

REFERÊNCIAS

- 1 WAMBUA, P.; IVENS, I.; VERPOEST I. Natural fibers: can they replace glass and fibre reinforced plastics?, *Composites Science and Technology*, v. 63, p. 1259-1264, 2003.
- 2 GORE, A., *An Inconvenient Truth. The Planetary Emergency of Global Warming and What We Can do About It*. Emmaus, Pennsylvania, USA: Rodale Press, 2006.
- 3 SATYANARAYANA, K.G.; GUIMARÃES, J.L.; WYPYCH, F. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications. *Composites: Part A*, v.38, p.1694-1709, 2007.
- 4 AQUINO, R.C.M.P. D'ALMEIDA, J.R.M; MONTEIRO, S.N Dynamic Mechanical Behavior of piassava fibers (*Attalea funifera*) reinforced polyester composites. *International Journal of Polymeric Materials*, v. 56, p. 397 – 403, 2007
- 5 MARSH G., Next step for automotive materials. *Mater. Today*, v. 6, n. 4, p.36-43, 2003.
- 6 SANTOS, N.S.S., DIAS, C.G.B.T., SANCHES, E.M.S., ZAVAGLIA, C.A.C., ALBUQUERQUE, E.L., "Microstructural and mechanical characterization of miriti fiber for utilization as reinforcement on polymeric composites" (in Portuguese), In: *Proceedings of the Brazilian Congress on Materials Science and Engineering – 18 CBECIMAT*, pp. 3565-3573, Porto de Galinhas, PE, Brazil, November 2008.
- 7 PORTELA, T.G.R., COSTA, L.L., SANTOS, N.S.S., LOPES F.P.D., MONTEIRO, S.N., "Tensile behavior of lignocellulosic fiber reinforced polymer composites: Part II buriti petiole/polyester". *Revista Materia*, v. 15, n. 2, pp. 216-222, 2010.
- 8 MONTEIRO, S.N.; LOPES, F.P.D.; FERREIRA, A.S.; NASCIMENTO, D.C.O. Natural fiber polymer matrix composites: cheaper, tougher and environmentally friendly. *JOM*, v. 61, n. 1, p. 17-22, 2009.
- 9 D'ALMEIDA, J.R.M., MONTEIRO, S.N., Compósitos Reforçados por Fibras Naturais – Oportunidades e Desafios, In: *58° Congresso Anual da ABM*, pp. 1725–1734, Rio de Janeiro, Brasil, 2003.
- 10 AQUINO, RCMP. *Desenvolvimento de compósitos de Fibras de Piaçava da espécie Attalea Funifera Mart e Matriz de Resina*. 2003. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) Rio de Janeiro, UENF, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- 11 AQUINO, R.C.M.P., D'ALMEIDA, J.R.M., MONTEIRO, S.N., Comportamento Mecânico e Morfologia da Fratura do Compósito Piaçava/Resina Poliéster, In: *58° Congresso Anual da Associação Brasileira de Materiais e Metalurgia*, Rio de Janeiro, 2003.
- 12 AQUINO, R. C. M. P., DE DEUS, J. F., MONTEIRO, S. N., D'ALMEIDA, J. R. M. Use of Recycled Natural Fiber Wastes as Reinforcement for Polymeric Composites, *Global Symposium on Recycling Waste Treatment and Clean Technology – REWAS'2004*, vol. 1, p. 475-482, San Sebastian, Espanha, setembro de 2004.
- 13 Nascimento, C. O. N.; Ferreira. A. S. F.; Monteiro. S. N.; Rodrigues R. S.; Silva I. L. A. S.; (2011) Comportamento Térmico das Fibras de Piaçava (*Attalea funifera*) Através Através de Ensaios de TG/TDTG E DSC. TMS
- 14 MONTEIRO, S.N.; AQUINO, R.C.M.P.; LOPES, F.P.D.; D'ALMEIDA, J.R.M. Tenacidade ao entalhe por impacto Charpy de compósitos de poliéster reforçados com fibras de piaçava. *Rev. Mater.* v. 11, n. 3, p. 204-210, 2006.

- 15 DE DEUS, J.F., MONTEIRO, S.N., D'ALMEIDA, J.R.M., "Effect of Drying, Molding Pressure, and Strain Rate on the Flexural Mechanical Behavior of Piassava (*Attalea funifera* Mart) Fiber-Polyester Composites", *Polymer Testing*, v. 24, p. 750-755, 2005.