



13º CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS



NATAL - RN
18 a 22 de outubro de 2015

ÍNDICE DE FLUIDEZ E PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COMPÓSITOS PP/BABAÇU

Tiane R. P. da Silveira^{1,2*} (M), João E. Neto² (D), Aline S. da Silva² (IC), Luanna V. Cesario² (IC), Laura H. de Carvalho², Eduardo L. Canedo³, Sandro C. Amico¹

1 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre – RS, tiane_pires@yao.com.br

2 - Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande – PB

3 - Instituto de Tecnologia de Pernambuco – ITEP, Recife – PE

Resumo – Recentemente, devido às suas vantagens ambientais e tecnológicas, o interesse pela utilização de fibras vegetais como reforço para polímeros tem aumentado. Neste trabalho, o objetivo é avaliar a influência da incorporação via processamento em extrusora de dupla rosca corrotacional de dois tipos de fibra de babaçu, nas propriedades térmicas (fusão e cristalização) e no índice de fluidez de compósitos compatibilizados de matriz de polipropileno, enfatizando a natureza ecológica da matéria-prima, e contribuindo com a criação de um material que possui propriedades satisfatórias para o uso industrial. Os compósitos foram preparados com polipropileno como matriz e 20% de pó de mesocarpo de babaçu ou fibra de epicarpo de babaçu como carga compatibilizados com PP-g-MA, processados em extrusora de dupla rosca corrotacional com velocidade de rotação de 240 rpm e com temperatura do barril de 200°C. Os resultados mostraram que os compósitos apresentaram propriedades térmicas muito semelhantes às da matriz pura. Porém, o índice de fluidez teve uma redução significativa, dependente do tipo de fibra, quando comparado à matriz polimérica.

Palavras-chave: *índice de fluidez, babaçu, propriedades térmicas.*

Melt flow index and thermal properties of PP/babassu composites

Abstract - Recently, due to environmental and technological advantages, interest in the use of vegetable fibers as reinforcements for polymeric materials has increased. In this work, we intend to evaluate the influence of babassu fiber on the thermal properties (melting and crystallization) and melt flow index of composites of compatibilized polypropylene matrix was investigated in this work. Two types of vegetable fibers were used and the materials were compounded in a co-rotating twin-screw extruder, emphasizing the ecological nature of the feedstock, and contributing to the creation of a material which possesses satisfactory properties for industrial use. The composites were prepared with polypropylene as the matrix and 20% w/w mesocarp babassu powder or fiber from the epicarp of babassu as filler, compatibilized with MA-g-PP, processed in a co-rotational twin screw extruder operating at 240 rpm and 200°C barrel temperature. Results showed that the thermal properties of the compounds were very similar to those of the neat polymer matrix; the melt flow index, however was significantly reduced when compared to that of the polymer matrix, and the reduction was dependent on the type of fiber added.

Keywords: *melt flow index, babassu, thermal properties*

Introdução

Nos últimos anos, o desenvolvimento na área de polímeros reforçados com fibras naturais teve um grande crescimento. Fibras vegetais são provenientes de fontes renováveis, biodegradáveis, leves, resistentes, relativamente duráveis, de fácil secagem e de baixo custo. As fibras vegetais do coco do babaçu vêm sendo estudadas na obtenção de compósitos utilizando matriz poliéster insaturadas e

algumas resinas biodegradáveis [1]. O babaçu (*Orbignya phalerata*), por exemplo, é uma palmeira de tronco simples, robusta e imponente, com até 20 m de altura com elevado número de cocos por cacho (150 a 250) e uma quantidade média de quatro cachos por palmeira. O fruto apresenta quatro partes principais: o epicarpo, que corresponde à camada mais externa e fibrosa do fruto, o mesocarpo, uma camada intermediária fibrosa e amilácea com 0,5 a 1,0 cm de espessura, e o endocarpo, uma camada interna onde estão inseridas as amêndoas, que apresenta de 2 a 3 cm de espessura. As amêndoas, 3 a 4 unidades por fruto, têm de 2,5 a 6 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura e são utilizadas para a extração de óleo [2].

O processamento de compostos termoplásticos modificados com fibras naturais é bastante complexo devido à natureza higroscópica e hidrofílica das fibras lignocelulósicas. Estas fibras apresentam a tendência de absorver umidade, que podem formar vapores durante o processamento, o que torna fundamental sua secagem adequada antes da moldagem [3-4].

Um compósito polimérico reforçado com fibras naturais é um material interessante por ser altamente eficiente e, principalmente, por não poluir o ambiente de trabalho, que é um dos grandes problemas para quem trabalha com polímeros. Além disso, a ISO 14000 dá a esses compósitos a chance de serem considerados, não somente como uma alternativa isolada, mas também uma estratégia para reduzir problemas ambientais [5].

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar as propriedades térmicas e o índice de fluidez dos compósitos de polipropileno reforçados com dois tipos fibras provenientes do babaçu, enfatizando a natureza ecológica da matéria-prima, e contribuindo com a criação de um material que possui propriedades satisfatórias para o uso industrial.

Experimental

Materiais

Polipropileno (PP) isotático homopolímero, Braskem PPH 301. O PP utilizado é um termoplástico semicristalino com índice de fluidez (medido a 230°C com peso de 2,16 kg) de 10 dg/min, com cristalinidade média e com densidade de 0,905 g/cm³ à temperatura ambiente. Este PP é aditivado para uso geral e recomendado para processamento por extrusão ou injeção [6]. Foi usado como compatibilizante entre o PP e a fibra vegetal o polipropileno enxertado com anidrido maleico (PP-g-MA), Polybond 3200 da Chemtura. O Polybond 3200 contém 1% (em massa) de anidrido maleico, tem índice de fluidez de 115 dg/min (ASTM D1238, 190 °C/2,16 kg [7].) e \approx 250 dg/min a 230 °C [8]. Como carga, foram utilizados dois tipos de fibras oriundas do fruto da palmeira Babaçu, fornecidas pela empresa Florestas Brasileiras, de São Luis, Maranhão: (a) mesocarpo micronizado em pó (codificado: pó), e (b) epicarpo triturado, com tamanho médio de partícula entre 0,5 e 1,5 mm (codificado: fibra).

Métodos

Compósitos de PP/mesocarpo de babaçu em pó, compatibilizados com PP-g-MA, com teor de carga de 20% (em massa) foram processados em extrusora de dupla rosca corrotacional. A concentração de compatibilizante foi mantida constante, sendo metade do teor de carga, ou seja, 10% (em massa). A matriz correspondente ao compósito (blenda PP/PPgMA na proporção 7:1) também foi processada nas mesmas condições para comparação. As misturas foram conduzidas em extrusora de dupla rosca SJ-20 (diâmetro: 22 mm, comprimento: 37×diâmetro) com uma configuração de rosca de alta intensidade (Fig. 1). A extrusora foi operada com velocidade de rotação de 240 rpm e com temperatura do barril em torno de 200°C. A carga (babaçu) foi seca por 4 h a 80°C em estufa a vácuo e, a matriz (PP) e o compatibilizante (PP-g-MA), foram utilizados como recebidos.

Figura 1

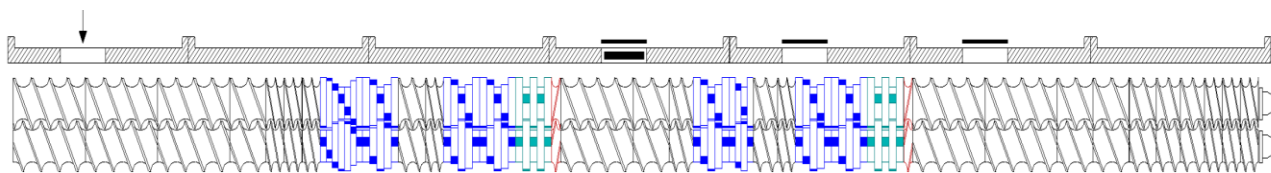


Figura 1. Configuração da rosca utilizada na extrusora.

Análises de calorimetria exploratória diferencial (DSC) foram conduzidas em equipamento DSC Q-20 da TA Instruments, com amostras de 2 a 6 mg em cadinho de alumínio aberto e atmosfera inerte de gás nitrogênio (50 mL/min). Um programa de temperatura de três estágios (aquecimento de 25°C a 200°C, resfriamento até 25°C, reaquecimento até 200°C) foi utilizado, com taxa de aquecimento/resfriamento de 10 °C/min. Os resultados dos testes foram analisados com o programa INTEGRAL (desenvolvido no UAEMA/UFCG) para obter os parâmetros termodinâmicos e cinéticos do evento de cristalização a partir do fundido (durante o resfriamento) e de fusão (durante o reaquecimento).

Medidas de índice de fluidez (MFI), realizadas a partir das amostras processadas, foram conduzidas em duplicata em um plastômetro de extrusão CEAST ITALY, conforme norma ASTM D1238, à temperatura de 230°C e com uma carga de 2,16 kg.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 exhibe a vazão medida por gravimetria na descarga da extrusora (G) e a energia mecânica específica avaliada a partir da corrente elétrica no motor do equipamento (E). Pode-se notar que a energia mecânica necessária na extrusão aumenta significativamente para as misturas com fibras (ou partículas) sólidas dispersas, devido ao maior torque necessário para seu processamento.

Tabela 1

Tabela 1. Parâmetros de processamento.

Formulação	Composição (código)	G (kg/h)	E (kJ/kg)
1	P87,5 M12,5	8,7	495
2	P70 M10 B20 Meso	6,4	640
3	P70 M10 B20 Epi	6,8	660

A Tabela 2 apresenta os valores do índice de fluidez (MFR) e o desvio padrão das medições (σ). A incerteza indicada corresponde ao intervalo de confiança com 95% de probabilidade.

Pode-se notar que a incorporação de carga de babaçu na matriz polimérica resultou na diminuição do índice de fluidez (MFR), isto é, no aumento da viscosidade do fundido em relação à matriz. Uma diminuição de 44% foi observada para o compósito com 20% de mesocarpo de babaçu (pó) e de 24% para o compósito com 20% de epicarpo de babaçu (fibra).

A variação com o tipo de carga indica que houve uma melhor dispersão e maior interação carga-matriz com o pó micronizado do que com as fibras de epicarpo. Além disso, a magnitude da diminuição do MFR com a adição da fibra/pó está relacionada à variação de massa específica entre o polímero e a fibra.

Tabela 2

Tabela 2. Índice de fluidez (230 °C/2,16 kg) da matriz e dos compósitos.

Amostra	MFR (dg/min)	σ (dg/min)
Matriz PP/PPgMA (7:1)	16,1 ± 0,8	1,3
Compósito com 20% mesocarpo (pó)	9,1 ± 0,4	0,8
Compósito com 20% epicarpo (fibra)	12,2 ± 1,0	1,0

A Fig. 2 mostra o fluxo de calor específico em função da temperatura nas análises de DSC da matriz e dos compósitos. Observa-se um pico simples, simétrico, de cristalização a partir do fundido e o pico, também simples, mas assimétrico, da fusão.

A Tabela 3 apresenta alguns parâmetros característicos dos processos de cristalização e fusão: temperatura pico (T_p), taxa máxima de mudança de fase (c_{max}) e cristalinidade (X_c). A presença de carga não afetou significativamente a temperatura de cristalização ou de fusão, mas diminuiu moderadamente (35%) a taxa de cristalização (picos mais largos e baixos) e resultou na discreta queda na cristalinidade observada, especialmente no caso da carga fibrosa de epicarpo de babaçu (10% inferior).

Figura 2

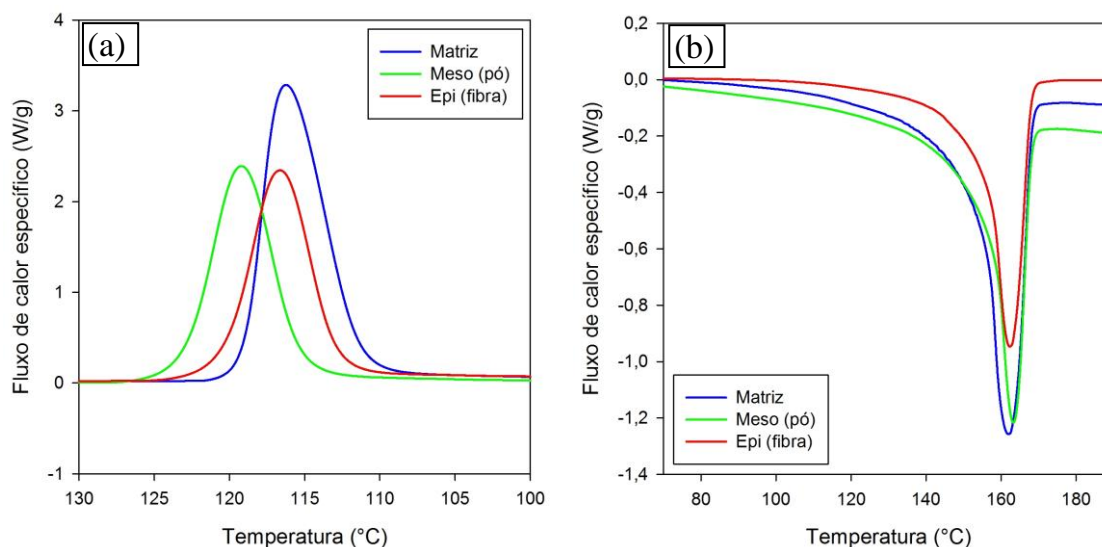


Figura 2. Fluxo de calor específico da matriz (PP/PP-g-MA 7:1) e dos compósitos com 20% de mesocarpo (Meso/pó) e epicarpo (Epi/fibra) nos eventos de cristalização a partir do fundido (a) e de fusão durante o segundo aquecimento (b).

Tabela 3

Tabela 3. Propriedades da matriz e dos compósitos obtidas por análise de DSC.

Amostra	Cristalização			Fusão		
	T_p (°C)	c_{max} (min ⁻¹)	X_c (%)	T_p (°C)	c_{max} (min ⁻¹)	X_c (%)
Matriz PP:PPgMA (7:1)	116,0	3,00	45,4	161,9	0,71	45,4
Compósito com 20% mesocarpo (pó)	119,2	1,98	44,3	163,3	0,74	43,4
Compósito com 20% epicarpo (fibra)	116,6	1,98	41,7	162,4	0,83	40,4

Conclusões

O uso de carga vegetal não afetou significativamente a cristalização e fusão da matriz de PP/PP-g-MA, embora tenha sido notada uma diminuição da cristalinidade. Porém, a viscosidade do fundido aumentou significativamente, especialmente para o compósito com carga mais fina de mesocarpo de babaçu.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES, CNPq e FACEPE pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

1. V. E. Santos, F. P. Júnior, *Análise e crítica tecnológica: Babaçu*, Universidade de Brasília, 2003.
2. H. Lorenzi; H. M. Souza; J. T. Medeiros-Costa; L. S. C. Cerqueira; N. von Behr. *Palmeiras do Brasil: Nativas e exóticas*, Ed. Plantarum, Nova Odessa, 1996.
3. S. Manrich, *Processamento de termoplásticos*. Artliber Editora, São Paulo, 2005.
4. A. L. Marinelli, M. R. Monteiro, J. D. Ambrósio, M. C. Branciforti, M. Kobayashi, A. D. Nobre, *Polímeros: Ciência e Tecnologia* 2008, 18, 92.
5. D. R. Mulinari, Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, 2009.
6. Braskem, Polipropileno H-301: *Folha de Dados*, 2007.
7. Chemtura, Polybond 3200: *Technical Information* 2009.
8. H. G. Kariam, *Handbook of Polypropylene and Polypropylene Composites*, Ed. CRC Press, New York, 2003.