AVALIAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE COMPÓSITOS DE PP REFORÇADOS COM FIBRAS PROVENIENTES DA CASCA DE NOZ MACADÂMIA

[1]J.P.Cipriano; [1] N.C.Zanini; I.R.Dantas; [1] D.R.Mulinari

[1] Faculdade de Tecnologia/FAT/UERJ, Rodovia Presidente Dutra km 298 Polo Industrial Resende/RJ

dmulinari@hotmail.com

RESUMO

Neste trabalho foram desenvolvidos e caracterizados compósitos de polipropileno (PP) reforçados com fibras da casca da noz macadâmia. As fibras foram misturadas com o PP (polipropileno), nas proporções de 5% e 10% (m/m). Devido à falta de compatibilização química das fibras foram lavadas com água destilada à 80 °C por 1h. As misturas foram realizadas em um misturador termocinético e, em seguida, foram injetadas para a confecção de corpos de prova de tração. Posteriormente, foram avaliadas as propriedades mecânicas dos compósitos. Os resultados obtidos demonstraram que a inserção de fibras na matriz PP aumentou a rigidez dos compósitos quando comparados ao PP puro. No entanto, os compósitos reforçados com 10% m/m com fibras in natura apresentaram maior rigidez quando comparados aos demais. A análise de fratura comprovou esse resultado.

Palavra chave: casca de noz macadâmia, polipropileno, propriedades mecânicas, análise microestrutural

INTRODUÇÃO

A fim de atender o aumento da regulamentação para redução do impacto ambiental e os requisitos do cliente, as indústrias têm procurado soluções para melhorar o desempenho dos produtos conciliando com o desenvolvimento de materiais cada vez mais sustentáveis [1,7,10-12].

Polímeros são considerados materiais versáteis, já que podem ser usados em diversos setores, incluindo automóveis, placas de circuito, materiais de construção e equipamentos domésticos. E devido às suas propriedades mecânicas podem oferecer alternativas atraentes para o aço e metais não-ferrosos em aplicações estruturais [2,3,5]. Quando estes materiais são combinados com outros materiais, utilizados como reforços possui diversas vantagens em suas propriedades mecânicas já o reforço contribui no aumento de amortecimento e absorção de energia da matriz termoplástica [8].

Os estudos de polímeros reforçados com fibras naturais estão entre os mais amplamente produzidos e estudados nas categorias de materiais compósitos [3-7, 9, 10, 11,13]. O uso de tais materiais em compósitos tem aumentado devido ao seu baixo custo, a sua capacidade de reciclagem e pelo fato de que eles podem competir bem em termos de força por unidade de peso de material, [7]. O principal problema relacionado a estes materiais é a baixa compatibilidade com a maioria das matrizes poliméricas. Já que os reforços naturais são materiais de base lignocelulósicos e consequentemente, altamente hidrofílico, enquanto a maioria das matrizes poliméricas é intrinsecamente hidrofóbica [12]. As fibras de celulose contribuem para forças de tração e flexão máxima, e proporcionam rigidez, mas a eficiência de reforço da fibra natural está relacionada com a natureza da celulose com sua cristalinidade [4].

A escolha do polímero é restrita principalmente pela temperatura necessária ao processamento, pois as fibras lignocelulósicas degradam em temperaturas elevadas. Então, considerando o processo para obtenção do compósito, as propriedades mecânicas, a disponibilidade e o custo, a matriz polimérica escolhida foi o polipropileno [13,14].

A macadâmia por sua vez é uma planta pertencente à família Proteaceae, subfamília graviolídeas. A noz da macadâmia é amplamente cultivada não só no Brasil, mas em todo mundo [15]. A fibra da casca da noz macadâmia é uma fibra vegetal que possui dentre outras características baixa densidade (que favorece produtos automobilísticos pela diminuição da massa do veículo, tornando-o mais aerodinâmico) e a biodegradabilidade (diminuindo o tempo de degradação do polímero no meio ambiente e sua quantidade em porcentagem no material) [18].

Então o objetivo deste trabalho foi preparar e caracterizar compósitos de polipropileno (PP) reforçados com as fibras da casca de noz macadâmia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos compósitos foram utilizadas fibras provenientes da casca de noz macadâmia fornecida pela empresa Tribeca, localizada na Fazenda Santa Marta, em Piraí-RJ e o polipropileno (PP) foi fornecido pela empresa BRASKEM. .

Primeiramente as fibras foram trituradas, secas em estufa a 100°C até peso constante, em seguida foram peneiradas em uma peneira de 35 mesh.

As fibras peneiradas também foram lavadas com água quente, a 100°C, até que a água de lavagem não apresentasse mais mudança de coloração. As fibras da macadâmia foram então secas novamente em estufa por 24 horas a 100 °C.

Caracterização da fibra

As propriedades morfológicas das fibras foram caracterizadas pela técnica de Microscopia eletrônica de varredura (MEV). As micrografias foram obtidas em um microscópio eletrônico de varredura HITACHI, disponível Laboratório de Processamento de Materiais do UniFOA. A fim de obter informações quanto à morfologia das fibras. As amostras foram fixadas em um

suporte com auxílio de uma fita de carbono autocolante dupla face e submetidas ao recobrimento metálico com ouro.

Obtenção dos compósitos

Os compósitos (5, 10 e 20% em massa de reforço) foram obtidos em um homogeneizador para plásticos. Inicialmente o reforço e a matriz foram secos em estufas a 50 ºC. Após mistura entre reforço e matriz no homogeneizador “Dryser”, o material foi moído em moinho granulador e novamente seco em estufa a 50 ºC, com diferentes proporções de fibras (Tabela 1).

O polipropileno foi misturado às fibras (5 e 10% em massa de reforço) em um homogeneizador para plásticos. Após a mistura entre reforço e matriz no homogeneizador “Dryser”, o material foi moído. Os compósitos moídos foram injetados em molde contendo cavidades com dimensões específicas para ensaios de tração. Os compósitos foram obtidos com diferentes proporções de fibras como relacionados na Tabela 1. Todo o processo de preparação e obtenção pode ser visualizado na Figura 1.

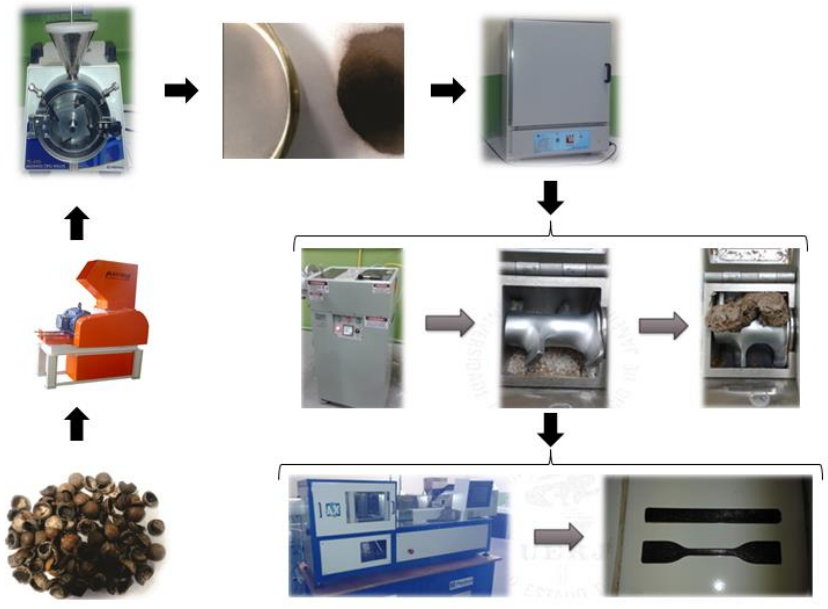

Figura 1. Processo para preparação dos corpos de prova com a fibra sem tratamento. Fonte: O autor (2016)

Tabela 1. Esquema de porcentagem de composição dos compósitos nos seis experimentos

Material	PP	Fibras *in natura*	Fibras Lavadas
CP 5%	95	5	-
CP 10%	90	10	-
CPT 5%	95	-	5
CPT 10%	90	-	10

CP 5% - Compósito com 5% de fibra in natura ; CP 10% - Compósito com 10% de fibra in natura ; CPT 5% - Compósito com 5% de fibra tratada com água destilada ; CPT 10% - Compósito com 10% de fibra tratada com água destilada ;

Ensaios Mecânicos

Os ensaios de tração foram realizados em um equipamento da marca EMIC, com célula de carga de 100 kN. Para cada compósito avaliado, foram ensaiados cinco corpos de prova com dimensões de acordo com a norma ASTM D 638 – 14.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise morfológica

As micrografias das fibras da casca de noz macadâmia *in natura* apresentaram uma superfície homogênea devido à presença dos extrativos, assemelhando-se a uma cera, que ainda estão presentes nas fibras, além dos constituintes amorfos como a lignina e a hemicelulose conforme mostrado na Figura 2a e Figura 2b. Por outro lado, as fibras tratadas apresentaram uma superfície mais limpa (Figura 2c e Figura 2d), mas ainda apresenta a presença de cera o que diminui a adesão entre fibra e matriz [16].

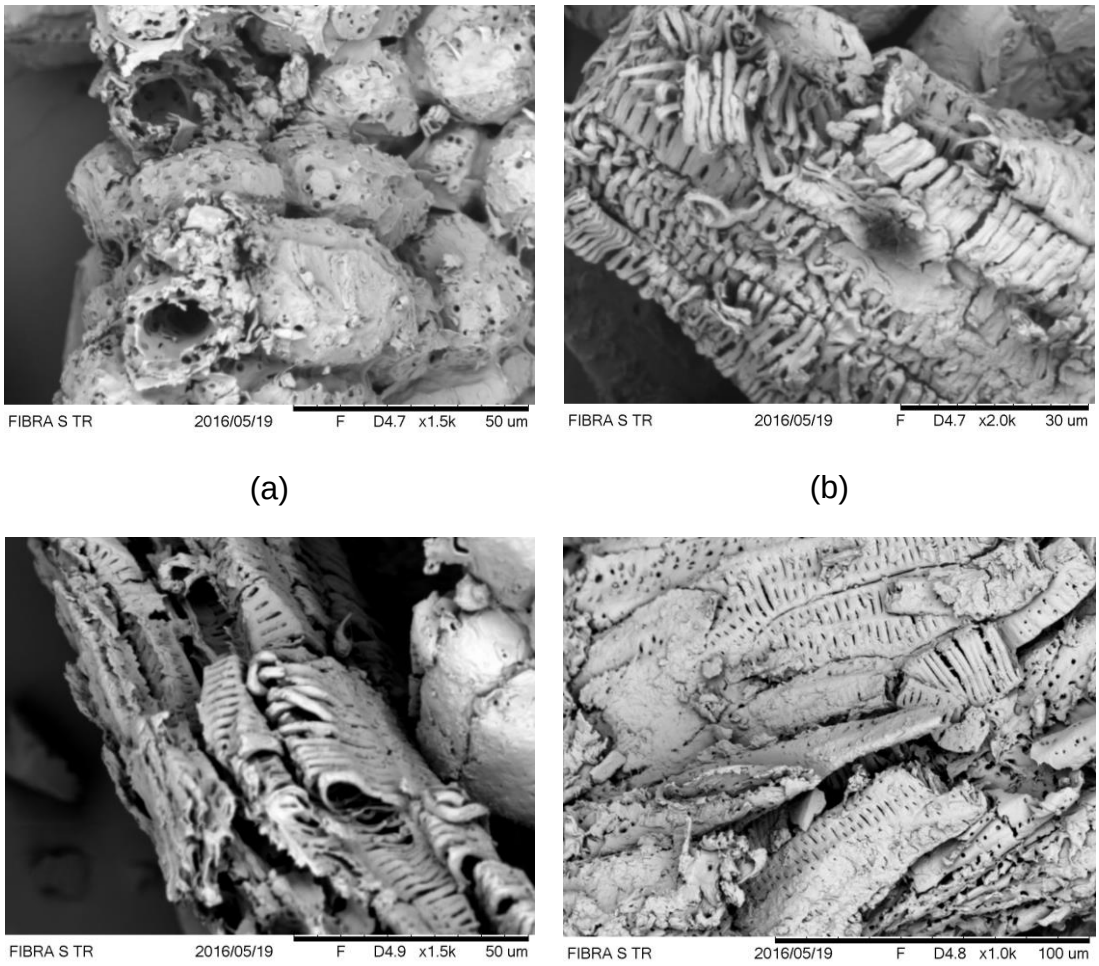

Figura 2. MEV´s da fibra: (a) e (b) sem tratamento; (c) e (d) com tratamento.
Fonte: O autor (2016)

Ensaios Mecânicos

A Tabela 2 apresenta os resultados das propriedades mecânicas dos materiais.

Tabela 2: Resultado do ensaio de tração com diferentes condições

Material - Tração	Alongamento (%)	Tensão ao escoamento (MPa)	Tensão máxima (MPa)	Módulo de Young (MPa)
PP	10,8 ±0,87	17,4 ± 0,21	26,8 ± 0,04	1255,3 ± 27,35
CP 5%	7,7 ± 0,30	19,0 ± 0,01	27,5 ± 0,04	1472,8 ± 189,0
CP 10%	6,4 ± 0,27	16,9 ± 3,32	26,2 ± 0,04	1515,7 ± 23,28
CPT 5%	7,7 ± 0,06	18,4 ± 0,14	27,0 ± 0,76	1631,4 ± 96,43
CPT 10%	6,5 ± 0,01	17,8 ± 1,06	25,9 ± 0,02	1707,5 ± 32,44

Analisando as propriedades mecânicas dos materiais observou-se que a inserção das fibras na matriz de PP contribuiu positivamente no aumento da rigidez quando comparado ao PP puro. No entanto, os compósitos reforçados com fibras in natura apresentaram melhores resultados quando comparados aos compósitos reforçados com fibras lavadas. A quantidade de reforço também influenciou no aumento da rigidez.

Como houve o aumento da rigidez, o alongamento diminuiu na tensão máxima dos compósitos quando comparado ao PP puro. A diferença no alongamento ocorreu devido à quantidade de reforço inserido na matriz e à adesão entre fibra/ matriz. Essa interação pode ser observada na análise de fratura dos compósitos, as quais evidenciam uma boa interação fibra/ matriz (Figura 3).

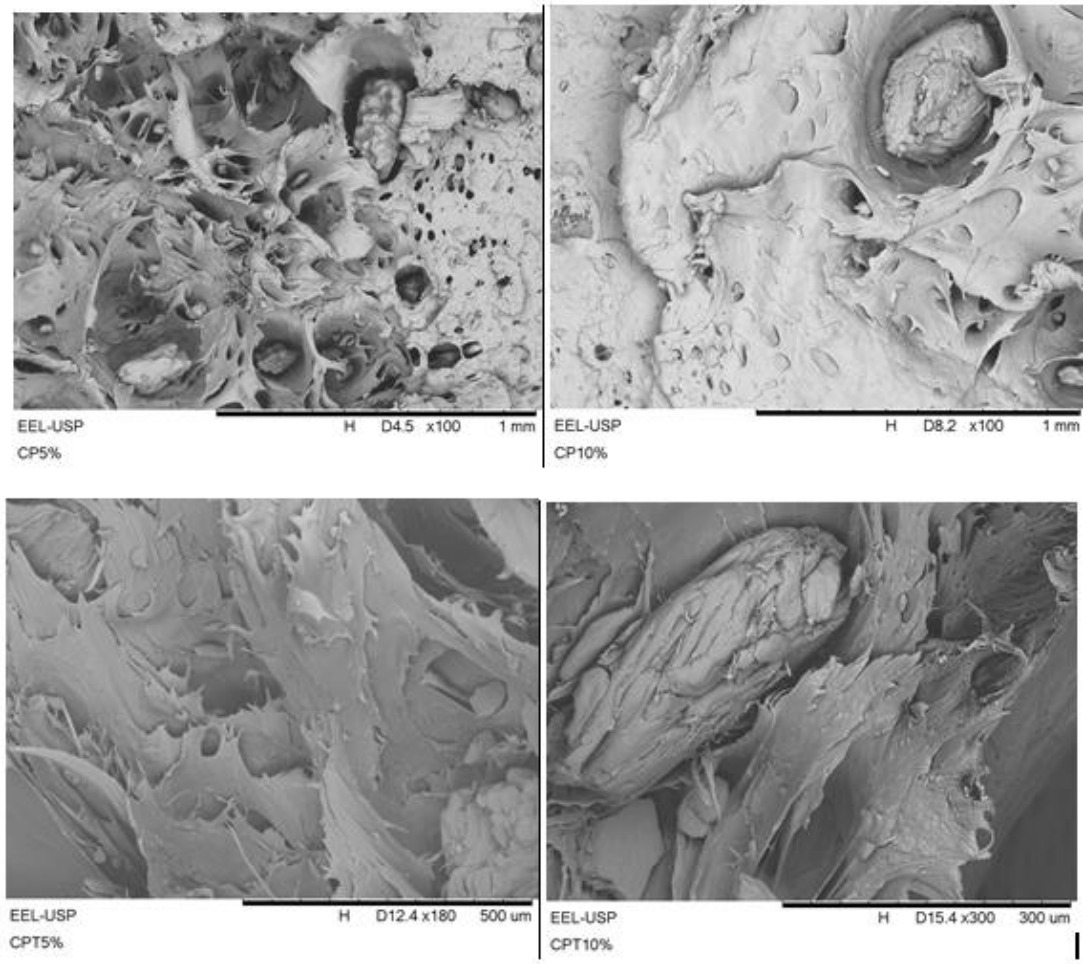

Figura 3. Análise de fratura dos compósitos. Fonte: O autor 2016

CONCLUSÃO

Na análise morfológica foi notado que o processo de lavagem removeu a camada cerosa e impurezas superficiais, o que favoreceu a interface fibra-matriz ao analisar as propriedades mecânicas dos compósitos. O compósito CPT 10% apresentou maior rigidez e consequentemente proporcionou a diminuição do alongamento dos compósitos de acordo com a inserção de fibra na matriz. Na análise de ruptura dos compósitos evidenciou-se que nos compósitos reforçados com fibras lavadas, as mesmas estavam bem dispersa na matriz, ou seja, houve uma melhor compatibilidade entre as duas fases.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERJ (processos E-26/010.002016/2014 e E-26/201.481/2014) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

[1] POULIKIDOU, S.; SCHNEIDER, C.; BJÖRKLUND, A.; KAZEMAHVAZI, S.; WENNHAGE, P.; ZENKERT, D. ***A material selection approach to evaluate material substitution for minimizing the life cycle environmental impact of vehicles.*** Materials & Design, v.83, p. 704–712 2015.

[2] POULIKIDOU, S.;JERPDAL, L.; BJÖRKLUND, A.; ÅKERMO, M. ***Environmental performance of self-reinforced composites in automotive applications — Case study on a heavy truck component.*** Materials & Design, v. 103 n. 5 p. 321–329, 2016.

[3] DUFLOU, J. R.; DENG, Y. ; ACKER, K. V.; DEWULF, W. ***Do fiber-reinforced polymer composites provide environmentally benign alternatives? A life-cycle-assessment-based study.*** Materials for sustainable development, v. 37, n.4, p. 374-382, 2012.

[4] JOHN, M.J.; THOMAS, S. ***Biofibres and biocomposites***. 2008,Carbohydrate Polymers v. 71 n. 8, p. 343–364, 2008.

[5] JAWAID, M. ; ABDUL KHALIL, H.P.S. ***Cellulosic/synthetic fibre reinforced polymer hybrid composites: A review.*** Carbohydrate Polymers, v. 86 n.1, p. 1–18, 2011.

[6] SATYANARAYANA, K. G. ; ARIZAGA, G.G.C. ; WYPYCH, F. ***Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers—An overview.*** Progress in Polymer Science v.34, n.9, p. 982–10 21, 2009.

[7] FARUK, O.; BLEDZKI, A. K.; FINK, H.P. ; SAIN, M. ***Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010.*** Progress in Polymer Science**,** v**.** 37, n.11, p.1552–1596, 2012.

[8] STACK, R.,M.; LAI F. ***Development in thermoforming thermoplastic composites.*** University of Massachusetts Lowell

[9] TOMCZAK, F.; SYDENSTRICKER, T. H.D.; SATYANARAYANA, K. G***. Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part II: Morphology and***

properties of Brazilian coconut fibers. Composites Part A, v.38, n.7, p. 1710-1721, 2007.

[10] VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. ***Environmental and resource aspects of sustainable biocomposites*****.** Polymer Degradation and Stability**,** v**.** 95 n.11, p. 2147–2161, 2010.

[11] KAZMI, S.M.R. ; JAYARAMAN, K. D. R. ***Single-step manufacturing of curved polypropylene composites using a unique sheet consolidation method.*** Journal of Materials Processing Technology, v. 237, p.96–112, 2016.

[12] GARCÍA-GARCÍA, D. *;* CARBONELL , A. ; SAMPER, M.D. ; GARCÍA-SANOGUERA D. R. B. ***Green composites based on polypropylene matrix and hydrophobized spend coffee ground (SCG) poder*****.** Composites Part B: Engineering v.78, p. 256–265, 2015.

[13] ISHIZAKI, M. H.; VISCONTE, L. L. Y.; FURTADO, C. R. G.; LEITE, M. C. A. M.; LEBLANC, JEAN L. ***Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura****.* Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.16, n.3, p. 182-186, *2006*.

[14] VAN DE VELDE, K.; KIEKENS P. ***Thermoplastic pultrusion of natural fibre reinforced composites****.* Composite Structures, v. 54, n. 2–3, p. 355–360, 2001.

[15] TRIBECA, 2014. ***Empresa que produz e beneficia noz macadâmia.*** Disponível em: <http://www.tribeca.agr.br>. Acesso em: jun. 2016.

[16] CAMPOS, A.; TEODORO, K. B. R.; MARCONCIN, J. M.; MATTOSO, L. H.C. ***Efeito do Tratamento das Fibras nas Propriedades do Biocompósito de Amido Termoplástico/Policaprolactona/Sisal.***

[17] PETRY, A. ***Mercado brasileiro de polipropileno com ênfase no setor automobilístico.*** 2011, Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[18] LAERT, DOS S.A. ***Preparação e caracterização de compósitos poliméricos reforçados com fibras da casca de noz macadâmia.*** 2015, 67p. Dissertação (Mestrado em materiais), Fundação Oswaldo Aranha centro universitário de Volta Redonda. Rio de Janeiro.

MECHANICAL AND MICROSTRUCTURAL EVALUATION OF PP COMPOSITE REINFORCED WITH FIBER FROM MACADAMIA NUT

In this work we were developed and characterized composite polypropylene (PP) reinforced with fibers from the bark of macadamia nuts. The fibers were mixed with PP (polypropylene), in the proportions of 5% and 10% (w/ w). Due to lack of chemical compatibility of the fibers were washed with distilled water at 80 ° C for 1h. The mixtures were performed in a thermokinetics mixer and then were injected for the manufacture of tensile specimens. Subsequently, the mechanical properties of the composite were evaluated. The results showed that the fiber insert in the PP matrix increased the stiffness of the composite as compared to pure PP. However, the composites reinforced with 10% m / m fiber in natura showed higher stiffness compared to the others. The fracture analysis confirmed this result

Keyword: Macadamia nut shell, polypropylene, mechanical properties, microstructure analysis