

Compósitos de polipropileno virgem e reprocessado com fibra de curauá obtidos por injeção

JULIANA FLORES DA LUZ¹

DENISE MARIA LENZ²

RESUMO

Neste trabalho, estudou-se a influência da adição da fibra de curauá, em 5 e 10% em massa, ao polímero matriz polipropileno (PP), virgem e reprocessado, via moldagem por injeção. Analisou-se a variação nas propriedades de absorção de água, de dureza e nas propriedades de tração (resistência à tração, módulo de Young e alongamento de ruptura) dos compósitos formados, bem como a adesão na interface polímero/fibra por microscopia eletrônica de varredura. Também, a adição do copolímero de polipropileno enxertado com anidrido maleico (PP-MA) como agente de acoplamento entre o polímero e a fibra foi investigada. Sua adição é essencial para promover melhor adesão na interface polímero/fibra e proporcionar diminuição na absorção de água e aumento considerável na resistência à tração.

Palavras-chave: fibra de curauá, compósitos poliméricos, propriedades mecânicas.

ABSTRACT

In this work, the influence of curauá fiber addition in polypropylene (PP) matrix through injection molding was studied. Curauá fiber was added in concentrations of 5 and 10 weight% to virgin and reprocessed PP producing polymer composites. Variations in properties like water absorption, hardness and tensile properties (tensile strength,

¹ Acadêmica do curso de Química Industrial da ULBRA – Bolsista PROICT/ULBRA

² Professora – Orientadora do Curso de Química/ULBRA (denise.lenz@gmail.com)

Young modulus and elongation at break) were analyzed as well as adhesion in polymer matrix/fiber interface by scanning electron microscopy. Also, the addition of copolymer polypropylene grafted with maleic anhydride (PP-MA) as coupling agent between polymer and the fiber was investigated. The addition of the coupling agent is essential to enhance adhesion at polymer/fiber interface and consequently promote a decrease in water absorption and a significant increase in tensile strength.

Key words: *curauá fiber, polymeric composites, mechanical properties*

INTRODUÇÃO

Os materiais poliméricos e seus compósitos têm demonstrado um alto grau de confiabilidade e muitas vantagens sobre os materiais convencionais nos mais variados ramos da indústria, principalmente na indústria automobilística. Além de maior flexibilidade de projeto e economia na produção, sua baixa densidade é essencial para a redução do consumo de combustíveis. Além disso, a utilização de polímeros favorece a injeção de peças complexas com alto nível de produção e qualidade sem falar na resistência à corrosão (SUDELL, 2002; HEMAIS, 2003).

Em razão dos aspectos tecnológicos, econômicos e ambientais da atualidade, a seleção adequada destes materiais torna-se indispensável. Neste contexto, as fibras vegetais têm sido utilizadas como reforço em compósitos de matrizes poliméricas, pois aliam propriedades que levam em consideração aspectos que vão de encontro ao forte apelo ecológico, aliando características como baixo custo, baixa densidade, fonte renovável, biodegradabilidade, o fato de serem atóxicas e não abrasivas aos equipamentos de processamento, possuem boas propriedades térmicas e alto módulo específico o que as tornam fortes candidatas em potencial para várias aplicações (BLEDZKI; GASSAN, 1999). As fibras vegetais apresentam ainda um potencial de redução do peso do veículo em até 40% quando comparado com as fibras de vidro, que estão

presentes na maioria dos compósitos da indústria automotiva.

Peças reduzidas e detalhadas, produzidas pelo processo de moldagem por injeção, como botões do painel de carros, maçanetas e dobradiças de quebra-sol e peças de grandes dimensões como a parte interna das portas e a tampa do compartimento de bagagem de alguns modelos de carros já são fabricadas com compósitos com fibra vegetal. Outros possíveis usos são: caixas-d'água, piscinas, tecidos antialérgicos e até a utilização da fibra vegetal como material substituto para as vigas de ferro usadas no lugar do concreto para suportar tremores de terra de alta intensidade, pela sua alta resistência mecânica e leveza (ERENO, 2007).

Entretanto, as técnicas de fabricação dos compósitos poliméricos com fibras vegetais ainda são incipientes, demoradas e pouco produtivas. Assim, o desenvolvimento de novas técnicas de processamento de compósitos poliméricos com fibras vegetais torna-se, portanto, imperativo para a sociedade atual como passo importante para disponibilização dos *green composites* (compósitos verdes) nas mais variadas aplicações.

A fibra de curauá, planta nativa da Amazônia e pertencente à família das bromeliáceas, é a única fibra vegetal que apresenta propriedades específicas comparáveis às da fibra de vidro (MATTOSO et al, 1996). Além disso, o Brasil possui extenso território cultivável e uma das maiores biomassas do mundo, potenciais

estes que devem ser mais bem explorados. As fibras de curauá também apresentam potencial para reciclagem enquanto que o destino final do compósito com fibra de vidro é o aterro sanitário ao término de sua vida útil (SILVA; AQUINO, 2008).

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de processo de manufatura de compósito de matriz polimérica de polipropileno (PP), virgem e reprocessado, com fibra de curauá, utilizando a técnica de moldagem por injeção. Também investigou-se a influência da adição de um agente de acoplamento entre o polímero e a fibra nas propriedades mecânicas de tração (módulo de Young, resistência à tração e alongamento na ruptura), dureza e absorção de água, além da adesão proporcionada na interface polímero/fibra do compósito formado.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram: o polipropileno PP Braskem H 306 como matriz polimérica, fibras de curauá (Ituá Agroindustrial) como agente reforçante e o copolímero de polipropileno grafitizado com 1% de anidrido maleico PP-MA (Polybond 3200) como agente de acoplamento interfacial entre a fibra e o polímero. A matriz polimérica foi utilizada virgem e reprocessada após 1 ciclo de reprocessamento.

As fibras de curauá foram lavadas em solução de NaOH 0,1 M por 24 horas, sendo em seguida lavadas vigorosamente com água corrente e secas em estufa a 90°C por 48 horas. A seguir, as fibras foram cortadas em moinho de facas marca SEIBT até comprimento médio de 5 mm. Foi realizada uma pré-mistura do polímero com a fibra de curauá nas concentrações de 5 e 10% em massa através de moldagem por compressão em prensa hidráulica de

bancada (Eka) em 170° C. Nos ensaios conduzidos em presença do agente de acoplamento PP-MA, o mesmo foi também inserido nesta pré-mistura na concentração de 10% em massa.

Esta pré-mistura foi triturada em uma cortadora de plásticos marca SEIBT e seguiu seu processamento em injetora HIMACO com curso de dosagem de 55 mm e pressão de injeção de 90 bar. O perfil de temperatura das três zonas foi de 160° C (alimentação), 165° C (zona intermediária) e 170° C (saída).

Os ensaios de dureza Rockwell foram realizados em um durômetro marca Pantec modelo RBS, seguindo a norma ASTM D785, utilizando-se a escala R (60 kg e esfera de aço de 12,7mm). Foram realizadas 5 impressões em cada placa. Já os ensaios de tração foram conduzidos em máquina universal de ensaios EMI (modelo DL), conforme norma ASTM D 638 e utilizando célula de carga de 5000N com velocidade da travessa de 50mm/min.

Os ensaios de absorção de água seguiram a norma ASTM D570-96, usando água destilada em temperatura ambiente. Este ensaio objetivou a análise da influência da adição da fibra de curauá, hidrofílica, na absorção de água do compósito polimérico, o qual possui matriz hidrofóbica. A análise morfológica, a distribuição e a adesão das fibras de curauá no compósito foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) no microscópio PHILIPS XL20 da ULBRA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de dureza dos compósitos obtidos em relação ao polímero puro

(sem fibra) podem ser observados na Tabela 1. Observa-se, nesta Tabela, que a fibra confere maior dureza ao compósito e que a adição do agente de acoplamento PP-MA também influencia no aumento desta propriedade. A fibra de curauá age, portanto, como um promovedor de rigidez à matriz de PP.

Tabela 1. Influência da adição da fibra de curauá na dureza dos compósitos com polipropileno virgem (PP).

Sistema	Dureza Rockwell (escala R)
PP/curauá 5%	90 ± 1,5
PP/curauá 10%	95 ± 0,5
PP/PP-MA/curauá 10%	99 ± 0,1
PP puro	87 ± 0,3

As Tabelas 2 e 3 mostram os resultados obtidos nos ensaios de tração. Levando-se em

consideração as propriedades mecânicas do PP puro (0% de fibra) para a tensão de ruptura, alongamento na ruptura e módulo de Young apresentadas na Tabela 2, pode-se observar que, a adição da fibra de curauá aumenta o módulo de Young e diminui o alongamento na ruptura, diminuindo, no entanto, a tensão de ruptura. A tensão de ruptura aumenta somente se há inserção de certa quantidade de agente de acoplamento PP-MA no compósito. Neste caso, o comportamento destas propriedades nos compósitos em relação ao polímero puro indica que ocorreu um aumento da rigidez do compósito com o aumento da adição da fibra na concentração em até 10% em massa. Assim, pode-se dizer que a fibra está realmente atuando como um agente reforçante do PP.

Tabela 2. Propriedades de tração dos compósitos de polipropileno (PP) virgem com fibra de curauá.

Propriedade de tração	PP puro	Compósito PP/ curauá 5%	Compósito PP/ curauá 10%	Compósito PP-MA/PP/curauá 10%
Tensão de ruptura, MPa	23 ± 0,7	22,5 ± 1,1	21,7 ± 0,8	27 ± 1,0
Alongamento na ruptura, %	> 800	4,2 ± 0,1	1,7 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Módulo de Young, MPa	2800 ± 99	2824 ± 84	3181 ± 110	3500 ± 140

Os resultados obtidos para o PP reprocessado foram semelhantes aos obtidos para o polímero virgem, indicando que não há alterações significativas nas propriedades de tração ao utilizar-se o PP reprocessado como matriz do compósito. Assim, a fibra de curauá pode ser utilizada com um bom agente reforçante para polímeros de PP reprocessado.

As Figuras 1a e 1b, obtidas via análise microscópica eletrônica de varredura da seção transversal de amostras submetidas ao ensaio de tração, mostram que a adição do agente de compatibilizante PP-MA acarreta

em uma boa adesão na interface polímero/fibra, complementando assim os resultados obtidos nos ensaios de tração. Felix e Gatenholm (1991) mostraram que há formação de ligações químicas covalentes através de reações de esterificação e interações secundárias por pontes de hidrogênio entre o anidrido maleico, presente no PP-MA, e as hidroxilas do grupo celulósico das fibras vegetais. A diminuição da tensão de ruptura, em relação ao PP puro, em ausência do agente de acoplamento PP-MA pode ser explicada pela presença de vários pontos de falha gerados pela falta de adesão na interface polímero/fibra.

Tabela 3. Propriedades de tração dos compostos de polipropileno (PP) reprocessado com fibra de curauá.

Propriedade de tração	Compósito PPr/curauá 5%	Compósito PPr/curauá 10%	Compósito PPr-MA/PP/curauá 10%
Tensão de ruptura, MPa	23,8 ± 0,9	20 ± 0,4	26,6 ± 1,0
Alongamento na ruptura, %	3,8 ± 0,2	1,8 ± 0,1	2,3 ± 0,05
Módulo de Young, MPa	2900 ± 88	3210 ± 117	3455 ± 95

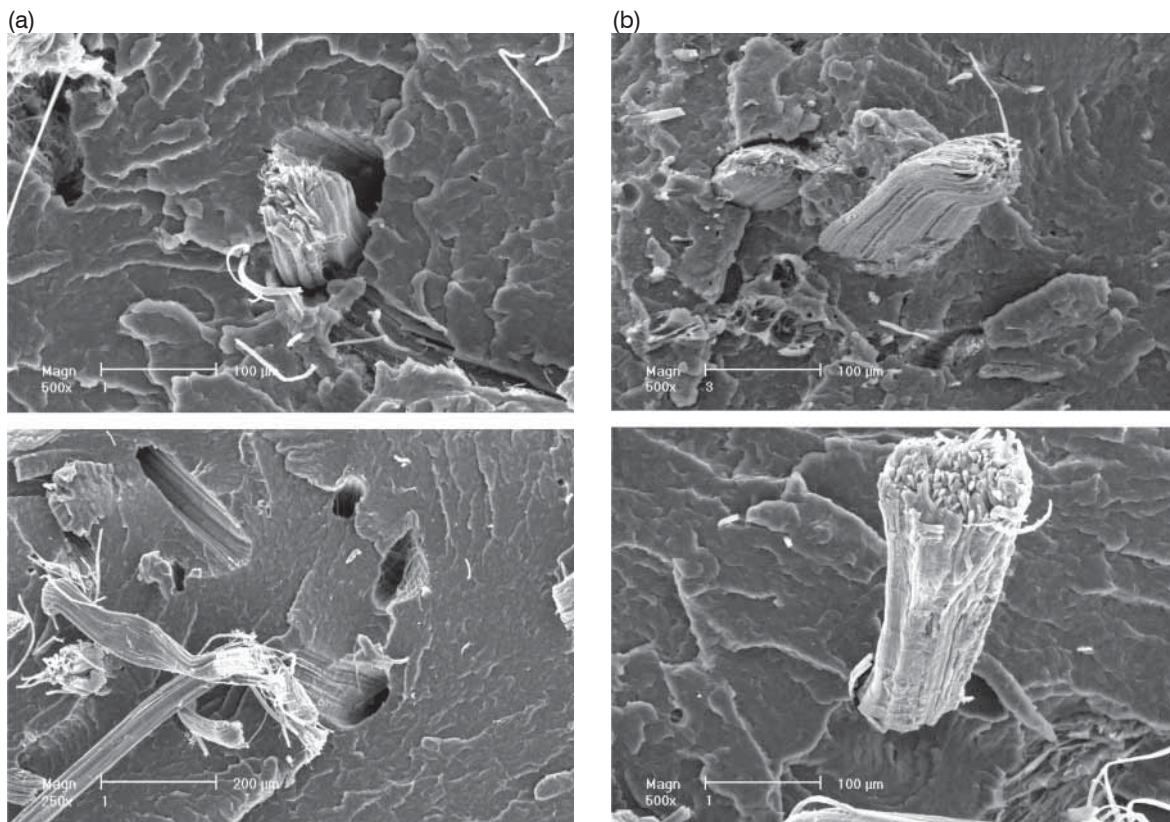


Figura 1. Micrografias eletrônicas de varredura dos compostos poliméricos PP virgem com 10% de fibra de curauá: (a) sem PP-MA e (b) com PP-MA.

Os ensaios de absorção de água mostraram que a adição de fibra de curauá, independente de sua quantidade adicionada, aumenta a absorção de água em relação ao PP puro. No entanto, a adição de agente de acoplamento diminui sensivelmente a

quantidade de água absorvida pelo composto, conforme Figura 2. Mohanty et al. (2004) atribuíram a redução na absorção de água à reação dos grupos hidrofílicos –OH presentes nas fibras lignocelulósicas com os grupos anidridos presentes no PP-MA.

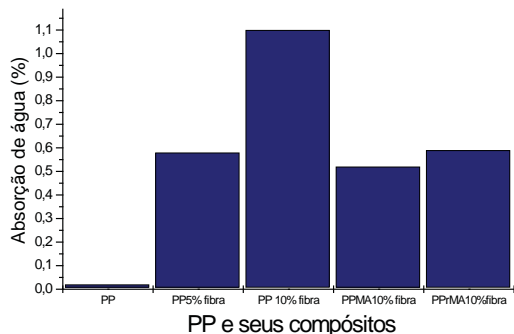


Figura 2. Absorção de água do PP puro e de seus compósitos com fibra de curauá. Da esquerda para a direita: PP puro (PP), PP e 5% de fibra de curauá (PP5%fibra), PP e 10% de fibra de curauá (PP10%fibra), PP com PP-MA e 10% fibra de curauá (PPMA10%fibra) e PP reprocessado com PP-MA e 10% fibra de curauá (PPrMA10%fibra).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a adição de fibras de curauá na matriz de PP, tanto virgem quanto reprocessado, proporcionou uma redução na resistência à tração e no alongamento na ruptura dos compósitos, bem como um aumento do módulo de Young e na absorção de água em relação ao PP puro. A adição do agente de acoplamento PP-MA junto ao compósito PP e fibra de curauá resultou em aumento na resistência à tração e possibilitou uma redução na absorção de água dos compósitos estudados. Os resultados obtidos sugerem, portanto, que a adição do agente de acoplamento influenciou as propriedades mecânicas de tração e a de absorção de água, sendo que os compósitos em presença deste agente apresentaram maior adesão entre a fibra e matriz de PP, conforme análises de microscopia eletrônica de varredura.

REFERÊNCIAS

- BLEDZKI, A. K.; GASSAN, J. Composite Reinforced with Cellulose Based Fibers. **Progress in Polymer Science**, v. 24, n. 2, p. 200-272, 1999.
- ERENO, D. Leve e resistente Curauá substitui fibra de vidro em peças de carro. **Revista Pesquisa FAPESP**, v.141, p. 20-24, 2007.
- FELIX, J.M.; GATENHOLM, P. The Nature of adhesion in composites of modified cellulose fibers and polypropylene. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 42, n. 3, p. 609-620, 1991.
- HEMAIS, C. A. Polímeros e a Indústria Automobilística. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 107-114, 2003.
- MATTOSO, L.H.C.; FERREIRA, E.C.; CURVELO, A. A S. Sisal fiber: morphology and applications in polymer composites, In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LIGNO-CELLULOSICS-PLASTICS COMPOSITES, 1, 1996, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo, 1996.
- MOHANTY, S. et al. Effect of MAPP as Coupling Agent on the Performance of Sisal-PP Composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, v. 23, n.14, p. 2047-2063, 2004.
- SILVA, R.V.; AQUINO, E.M.F. Curaua Fiber: a new alternative to polymeric composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, v. 27, n. 1, p. 103-112, 2008.
- SUDDLELL, B. C. et al. A survey into the application of natural fibre composites in the automotive industry. In: INTERNATIONAL

SYMPOSIUM OF NATURAL POLYMERS
AND COMPOSITES (ISNAPOL 2002), 4,

2002, São Pedro-São Paulo. **Anais...** São Paulo,
2002. p. 455-460.